

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: **90101694.9**

(51) Int. Cl.⁵: **H04J 14/02, H04Q 11/00**

(22) Date de dépôt: **29.01.90**

(30) Priorité: **03.02.89 FR 8901414**

(43) Date de publication de la demande:
08.08.90 Bulletin 90/32

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

(71) Demandeur: **ALCATEL N.V.**
Strawinskylaan 341
NL-1077 XX Amsterdam(NL)

(72) Inventeur: **Gabriagues, Jean.Michel**
2bis, Allée des Tilleuls
F-91290 La Norville(FR)
Inventeur: **Guillon, Jean**
53, avenue du parc des Sports
F-94260 Fresnes(FR)
Inventeur: **Jacquinot, Jean-Claude**
35, rue Séverine
F-94270 Le Kremlin-Bicetre(FR)
Inventeur: **Sotom, Michel**
10, rue du Bas de la Ferme
F-91140 Villebon sur Yvette(FR)

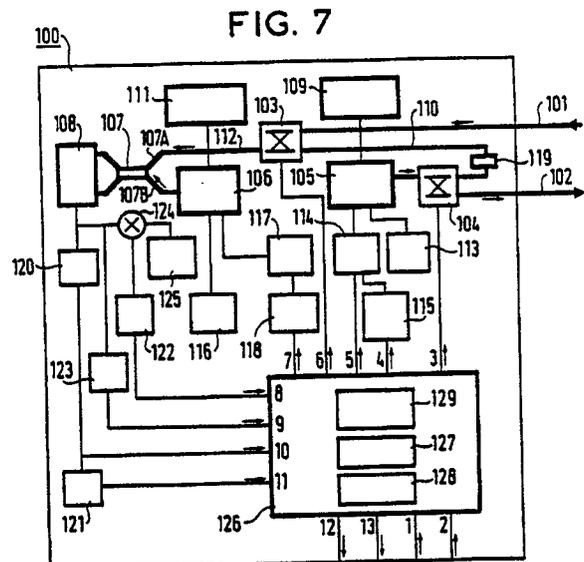
(74) Mandataire: **Weinmiller, Jürgen et al**
Lennéstrasse 9 Postfach 24
D-8133 Feldafing(DE)

(54) **Réseau de communication sur fibres optiques avec multiplexage en fréquence.**

(57) Le réseau selon l'invention utilise des fibres optiques monomodes de réception (101) et d'émission (102) raccordant des terminaux par l'intermédiaire d'un coupleur en étoile.

Un oscillateur local (106) est prévu dans chaque terminal (100) pour réaliser une réception hétérodyne. Pour des échanges de messages sur un canal fréquentiel, les fréquences des émetteurs (105, 205) des terminaux concernés, et celles de leurs oscillateurs locaux (106, 206) sont réglées localement, à partir des fréquences de canaux adjacents occupés par d'autres échanges de messages, ou, à défaut à partir d'une fréquence de base émise par un générateur commun. Ces terminaux effectuent pour cela une incrémentation de fréquence grâce à un balayage de fréquence et à une horloge (125) et à des filtres (120, 122, 125) permettant de repérer un canal disponible.

L'invention s'applique aux télécommunications.



EP 0 381 102 A1

Réseau de communication sur fibres optiques avec multiplexage en fréquences

La présente invention concerne la réalisation d'un réseau de communication sur fibres optiques. Un réseau selon l'invention peut comporter certains éléments qui lui sont alors communs avec un réseau connu et qui vont d'abord être indiqués :

- des terminaux associés à des périphériques pour permettre la transmission d'informations entre ces périphériques, chacun de ces terminaux étant apte à être tantôt appelant, tantôt appelé, tantôt en attente, un terminal étant appelant pour émettre un message aller portant une dite information, cette information étant à transmettre à un terminal appelé sous la forme d'une modulation sur une onde porteuse optique présentant une fréquence aller, ce terminal appelé étant alors en émission, ce terminal appelé étant apte à recevoir ce message aller et étant alors en réception, (étant entendu que, dans le cas où la transmission est réalisée dans le mode dit "duplex", le terminal appelé est apte à émettre, en réponse au message aller, un message retour portant une autre dite information à transmettre au terminal appelant sous la forme d'une modulation sur une onde porteuse optique présentant une fréquence retour qui est aussi une dite fréquence permise, ce terminal appelé étant alors en émission, et ce terminal appelant étant apte ensuite à recevoir ce message retour, ce terminal appelant étant alors en réception).
- deux fibres optiques monomodes pour chacun desdits terminaux, ces fibres étant une fibre d'émission et une fibre de réception pour l'émission et la réception desdits messages par ce terminal, respectivement,
- un coupleur en étoile pour recevoir lesdites ondes porteuses lui parvenant de tous lesdits terminaux par lesdites fibres d'émission, et pour transmettre chacune de ces ondes porteuses vers tous ces terminaux par lesdites fibres de réception, de sorte que toutes lesdites ondes porteuses sont reçues par chaque dit terminal,
- et un générateur d'accordage émettant des ondes d'accordage qui sont, elles aussi, reçues par tous lesdits terminaux pour définir une succession de fréquences permises dont chacune peut être choisie pour constituer une dite fréquence aller chaque fois qu'un dit message aller doit être transmis, de manière que lesdits terminaux appelant et appelé soient alors accordés sur une même fréquence, cette fréquence étant alors occupée, les fréquences permises non occupées restant disponibles pour la transmission d'autres messages,
- les divers dits terminaux comportant respectivement des éléments semblables qui sont, pour un terminal considéré qui est l'un quelconque de ces terminaux :

- un émetteur commandable pour émettre une dite onde porteuse sur ladite fibre d'émission lorsqu'un message doit être émis par le terminal considéré et pour réaliser ladite modulation de cette onde, la fréquence de cette onde étant commandable et constituant une fréquence d'émission de ce terminal,
- un oscillateur local pour fournir une onde locale optique à fréquence locale commandable,
- un mélangeur d'hétérodynage à deux entrées recevant d'une part, sur une entrée de réception, lesdites ondes porteuses reçues par le terminal considéré, une telle onde constituant une onde de réception avec une fréquence de réception pour ce terminal lorsque le message porté par cette onde est à transmettre à ce terminal, ce mélangeur recevant, d'autre part, ladite onde locale sur une entrée locale et mélangeant cette onde avec lesdites ondes reçues, ce mélangeur étant pourvu d'un récepteur photodétecteur pour former notamment, par mélange avec ladite onde de réception et par photodétection, un signal de battement de réception de nature non optique, à une fréquence intermédiaire prédéterminée (F_i) qui est la différence entre lesdites fréquences de réception et locale,
- un filtre d'hétérodynage accordé sur ladite fréquence intermédiaire pour sélectionner ce signal de battement de réception,
- un circuit de démodulation pour recevoir ce signal de battement de réception, pour le démoduler, et pour fournir un signal démodulé représentatif d'une dite information qui était à transmettre au terminal considéré et qui était portée par ladite onde de réception,
- et un circuit de commande, ce circuit étant relié audit périphérique associé au terminal considéré pour en recevoir ladite information à transmettre, ce circuit commandant en conséquence ledit émetteur pour réaliser ladite modulation de l'onde porteuse lorsque le terminal considéré est en émission, ce circuit recevant ledit signal démodulé et transmettant en conséquence ladite information reçue audit périphérique associé lorsque le terminal considéré est en réception, ce circuit commandant ladite fréquence d'émission avec l'aide desdites ondes d'accordage lorsque le terminal considéré est appelant et en émission, cette fréquence d'émission étant choisie parmi lesdites fréquences disponibles, et ce circuit commandant ladite fréquence locale en fonction de ladite fréquence de réception lorsque le terminal considéré est appelé et en réception, de manière que la différence entre cette fréquence locale et cette fréquence de réception soit égale à ladite fréquence intermédiaire prédéterminée.

Ce réseau connu est décrit dans le document de brevet EP-A-0 077 292 "Réseau de communications utilisant des fibres monomodes comme moyen de transmission pour les canaux optiques multiplexés dans le domaine des fréquences d'ondes optiques porteuses". Son générateur d'accordage doit émettre lesdites ondes d'accordage sur toutes lesdites fréquences permises et il doit donc comporter des moyens pour assurer une stabilisation précise de chacune de ces fréquences.

A titre de solution alternative il apparaît possible, pour ne pas utiliser de système centralisé de synchronisation tel que le générateur d'accordage de ce réseau connu, de munir chaque terminal de moyens de stabilisation pour chacune des fréquences permises. Mais ceci rendrait la réalisation du réseau encore plus complexe.

La présente invention a notamment pour but de permettre une réalisation plus simple d'un réseau de communication performant.

Outre les éléments communs précédemment indiqués, le réseau selon l'invention peut présenter les caractéristiques inventives suivantes :

Ledit terminal considéré comporte des moyens d'incrémentation de fréquence propres à effectuer des opérations d'incrémentation consistant chacune à engendrer une onde optique à une fréquence présentant un incrément de fréquence à partir de la fréquence d'une dite onde reçue par ce terminal, cet incrément de fréquence étant commun aux divers dits terminaux de manière que ces opérations d'incrémentation définissent, à partir d'une fréquence de base qui est elle-même définie par lesdites ondes d'accordage, une succession régulière de dites fréquences permises séparées par cet incrément de fréquence, une fréquence permise suivante étant définie par une telle opération d'incrémentation effectuée dans le terminal considéré à partir d'une fréquence permise précédente occupée par un autre terminal,

- ledit circuit de commande coopérant avec ces moyens d'incrémentation de fréquence, lorsque le terminal considéré doit passer en émission, pour définir une dite fréquence disponible, ce circuit commandant alors ladite fréquence d'émission pour la rendre égale à la fréquence disponible ainsi définie.

Lesdits moyens d'incrémentation de fréquence comportent :

- un générateur d'exploration pour engendrer une onde d'exploration à une fréquence optique commandable,
- un générateur de balayage commandé par ledit circuit de commande et commandant ledit générateur d'exploration pour faire balayer une plage des fréquences du réseau par la fréquence de ladite onde d'exploration,
- un mélangeur d'incrémentation muni d'un récep-

teur photodétecteur pour recevoir, d'une part, lesdites ondes reçues par le terminal considéré et, d'autre part, ladite onde d'exploration, et pour mélanger ces ondes reçues avec cette onde d'exploration de manière à former un signal de battement de balayage de nature non optique à des fréquences différentielles,

- et un système de repérage de fréquence recevant ledit signal de battement de balayage et fournissant un signal de repérage de fréquence audit circuit de commande quand la fréquence de ce signal de battement passe par au moins une fréquence propre à ce système de repérage de fréquence et liée audit incrément de fréquence, de manière à permettre à ce circuit de commande, à partir de ces signaux de repérage, de commander une dite fréquence d'émission pour la rendre égale à une dite fréquence disponible.

Ledit système de repérage de fréquence comporte au moins un filtre de fréquence et/ou une horloge, une fréquence de ce filtre et/ou de cette horloge constituant une dite fréquence propre de ce système de repérage.

Ledit système de repérage possède un groupe de fréquences propres qui est constitué d'au moins une fréquence et à partir duquel ledit incrément de fréquence est défini par des opérations d'addition, de soustraction et/ou d'égalité de fréquences.

Ce groupe de fréquences propres comporte ladite fréquence intermédiaire et l'intervalle entre cette fréquence intermédiaire et ledit incrément de fréquence.

Ledit générateur d'exploration et ledit mélangeur d'incrémentation sont constitués par ledit oscillateur local et par ledit mélangeur d'hétérodynage, ledit terminal considéré comportant en outre un groupe de coupleurs directionnels commandés par ledit circuit de commande pour permettre à ce circuit de diriger l'onde émise par ledit émetteur soit vers ladite entrée de réception du mélangeur d'hétérodynage soit vers ladite fibre d'émission, et de diriger vers cette entrée soit lesdites ondes reçues par le terminal considéré, soit l'onde émise par ledit émetteur.

Dans le cas d'une transmission en duplex ladite fréquence retour est adjacente à ladite fréquence aller dans ladite succession de fréquences permises, cette succession comportant alternativement desdites fréquences aller et desdites fréquences retour et étant en même temps une succession de canaux constitués chacun de deux fréquences qui sont une dite fréquence aller pour un dit message aller et une dite fréquence retour pour un dit message retour émis en réponse à ce message aller, chaque dit canal étant disponible seulement lorsque ses deux dites fréquences aller et retour sont disponibles.

Ledit système de repérage comporte alors :

- une horloge pour fournir un signal d'horloge à une fréquence d'horloge qui est une dite fréquence propre et qui est proportionnelle audit incrément de fréquence.

- un mélangeur de repérage pour mélanger ce signal d'horloge à un signal issu dudit mélangeur d'hétérodynage et fournir un signal de mélange de repérage.

- et des filtres de repérage ayant desdites fréquences propres dont les valeurs sont définies par des opérations d'addition, de soustraction ou d'égalité à partir de ladite fréquence d'horloge dudit incrément de fréquence et de ladite fréquence intermédiaire, chacun de ces filtres fournissant un dit signal de repérage de fréquence lorsqu'un signal qu'il reçoit passe par sa fréquence propre.

Lesdits filtres de repérage de fréquence comportent :

- ledit filtre d'hétérodynage dont ladite fréquence propre est ladite fréquence intermédiaire,

- un filtre de recherche de canal qui reçoit ledit signal de mélange de repérage et dont ladite fréquence propre est, elle aussi, égale à ladite fréquence intermédiaire, ledit circuit de commande étant prévu pour rendre ladite fréquence d'émission égale à la fréquence aller d'un canal disponible en réponse aux dits signaux de repérage lorsqu'un dit message aller doit être émis par ledit terminal considéré,

- et un filtre de repérage de fréquence de réponse dont la fréquence propre ($F_H - F_I$) est égale à la différence entre ledit incrément de fréquence (F_H) et ladite fréquence intermédiaire (F_I), ledit circuit de commande étant prévu, lorsqu'un dit message aller est transmis sur une dite onde porteuse à ladite fréquence aller, pour accorder ledit oscillateur local ou ledit émetteur de manière à recevoir ou émettre ledit message retour sur une onde porteuse à une dite fréquence retour appartenant au même dit canal que ladite fréquence aller.

Ledit générateur d'accordage émet deux ondes dont les fréquences sont des fréquences bornes aux deux extrémités d'une plage des fréquences du réseau comportant les dites fréquences permises.

A l'aide des figures schématiques ci-jointes, on va décrire plus particulièrement ci-après, à titre d'exemple non limitatif, comment la présente invention peut être mise en oeuvre dans le cadre de l'exposé qui en a été donné ci-dessus. Lorsqu'un même élément est représenté sur plusieurs figures il y est désigné par le même signe de référence. Les modes de mise en oeuvre donnés en exemple comportent les caractéristiques inventives mentionnées ci-dessus. Il doit être compris que les éléments mentionnés peuvent être remplacés par d'autres éléments assurant les mêmes fonctions techniques.

La figure 1 représente le spectre des ondes optiques qui seraient véhiculées dans un réseau simplifié qui fonctionnerait en alternat et qui mettraient en oeuvre certaines des dispositions de la présente invention, les fréquences étant portées en abscisses.

La figure 2 représente les fonctions de transfert de deux filtres utilisés dans ce réseau simplifié, les fréquences étant portées en abscisses.

La figure 3 représente partiellement un terminal de ce réseau simplifié.

La figure 4 représente le spectre des ondes optiques véhiculées dans un réseau réalisé selon la présente invention et fonctionnant en duplex, les fréquences étant portées en abscisses. Les figures suivantes se rapportent à ce réseau.

La figure 5 représente partiellement un terminal qui pourraient être utilisé dans ce réseau.

La figure 6 représente une vue d'ensemble de ce réseau, seuls deux terminaux de ce réseau étant représentés.

La figure 7 représente plus en détails un terminal faisant effectivement partie de ce réseau.

La figure 8 représente un générateur d'accordage de ce réseau.

Les figures 9A, 9B et 9C représentent des diagrammes temporels, le temps étant porté en abscisses, les grandeurs suivantes étant portées en ordonnées: sur la figure 9A le courant d'accord d'un oscillateur local, sur la figure 9B une fréquence de balayage, et, sur la figure 9C l'intensité de signaux de repérage de fréquence. Sur la figure 9B sont en outre représentés, à gauche de l'axe des ordonnées, les fréquences minimales et maximales du réseau et des voies spectrales aller et retour centrées sur les fréquences permises du réseau, ainsi que certains canaux constitués chacun par deux telles voies, les fréquences étant portées en ordonnées.

Les figures 10, 11, 12, 13 et 14 représentent un terminal appelant respectivement en mode d'attente pendant la recherche d'un canal disponible, pendant le réglage de la fréquence aller, pendant le réglage de la fréquence locale, et pendant l'envoi du message d'appel, les éléments des terminaux qui sont essentiels pour ces opérations étant seuls représentés en trait plein.

Les figures 15, 16 et 17 représentent un terminal appelé respectivement pendant la détection d'un appel, pendant le réglage de la fréquence retour, et pendant l'envoi d'un message d'acquiescement, les éléments des terminaux qui sont essentiels pour ces opérations étant seuls représentés en trait plein.

La figure 18 représente des diagrammes temporels de variation de fréquences, le temps étant porté en abscisses et les fréquences en ordonnées.

Le fonctionnement d'un réseau tel que le réseau connu précédemment décrit ou un réseau selon l'invention repose sur le principe de l'allocation d'une fréquence optique porteuse ou d'une paire de telles fréquences formant un "canal" pour la transmission de signaux modulés entre deux terminaux. Chaque émetteur peut être accordé sur l'un des canaux de transmission disponibles et l'oscillateur local du terminal appelé est accordé pour sélectionner en réception le canal de transmission choisi.

Le problème essentiel à résoudre pour assurer le bon fonctionnement d'un tel réseau est le mode d'attribution des canaux de transmission.

D'une part, chaque terminal appelant doit être capable de s'accorder sur un canal de transmission disponible et de s'assurer que le terminal appelé n'est pas occupé par un autre échange d'informations pour éviter le risque d'une "collision", (quoique les moyens pour éviter un tel risque ne soit pas décrits ci-après il doit être compris que les terminaux du réseau selon l'invention comportent de tels moyens). D'autre part, un terminal appelé doit être capable de détecter l'appel, de se mettre en condition de recevoir des signaux provenant du terminal appelant.

Selon la présente invention chaque terminal d'un réseau est capable d'accorder sa fréquence porteuse optique d'émission et de réception sans disposer à cette fréquence d'une référence interne au terminal ou extérieure à lui.

Selon la figure 1 le spectre optique des ondes véhiculées par un réseau simplifié est composé essentiellement de signaux modulés occupant des canaux de transmission Q1, Q2...QM qui se succèdent les uns aux autres avec un incrément de fréquence F_H .

Le spectre peut comporter en outre un ou deux signaux optiques de référence de fréquences f_{min} et f_{max} aux deux extrémités de la plage des fréquences permises.

La présente invention vise à assurer la stabilisation des émissions de chaque terminal, en dotant ce dernier, outre ledit filtre d'hétérodynage, d'un filtre de repérage de fréquence supplémentaire permettant la réception des signaux optiques correspondant aux deux canaux adjacents à celui utilisé par ce terminal, ainsi qu'il est représenté figure 2. Cette figure indique les fonctions de transfert T8 et T9 des deux filtres 28 et 29 du terminal représenté partiellement à la figure 3 :

Le filtre 28 est centré à la fréquence intermédiaire (F_i) permettant la réception et la démodulation normale des signaux optiques reçus par le terminal.

Le filtre 29 est centré à une fréquence égale à $F_i - F_H$ (si F_i est supérieur à F_H) ou $F_H - F_i$ (si F_i est inférieur à F_H) permettant la réception sans démo-

dulation de l'énergie optique véhiculée par les canaux adjacents.

La structure de la partie réceptrice du terminal est alors telle qu'il est représenté figure 3 : elle comporte une fibre optique de réception 22 connectée au coupleur du réseau, et un laser semi-conducteur accordable 21 constituant ledit oscillateur local. Cet oscillateur est utilisé pour la réception hétérodyne des signaux issus de la fibre 22 après mélange dans un mélangeur passif 23 constituant un "coupleur d'hétérodynage" et photodétection par un récepteur photodétecteur 24. L'oscillateur local constitué par le laser 21 est commandé par un circuit de polarisation 25, un circuit de contrôle de la fréquence d'émission 27 et éventuellement un générateur de balayage 26 dont le rôle sera explicité plus loin.

Le récepteur 24 est connecté au filtre d'hétérodynage 28 qui est centré à la fréquence intermédiaire F_i , et qui transmet des signaux électriques pouvant être démodulés par un circuit d'amplification et de démodulation 30. Il est connecté d'autre part au filtre supplémentaire 29 à la fréquence $F_i - F_H$ ou $F_H - F_i$ d'où sont extraits des signaux électriques pouvant être utilisés pour l'accordage du terminal.

Dans ce réseau simplifié chaque canal de transmission est utilisé en mode "ALTERNAT" et la fréquence d'émission est identique à la fréquence de réception. L'émetteur (non représenté) du terminal peut être accordé en même temps que l'oscillateur local par un système d'asservissement utilisant les signaux issus des filtres 28 et 29. En maximisant ces deux signaux l'émetteur d'une part est verrouillé à sa fréquence nominale d'émission, tout en préservant un écart de fréquence optimum vis-à-vis des deux canaux adjacents dont les signaux sont reçus à travers le filtre 29.

Dans le réseau selon l'invention qui va être décrit ci-après, la transmission s'établit en mode "duplex". Une même fréquence optique porteuse ne peut être utilisée à la fois pour l'émission par deux terminaux en communication. L'échange de données entre deux terminaux s'effectue sur une voie aller et une voie retour distinctes. La transmission sur les fibres optiques constituant de telles voies est unidirectionnelle ; la voie aller correspond aux signaux véhiculés par la fibre d'émission du terminal appelant, la voie retour correspondant aux signaux véhiculés par sa fibre de réception.

Ce réseau utilise le spectre de fréquences optiques représenté figure 4, où chaque canal tel que C1, C2...CN est subdivisé en une voie "aller" telle que A1 pour le canal C1, (communications du terminal appelant vers le terminal appelé) et une voie "retour" telle que R1 pour le canal C1 (communication du terminal appelé vers le terminal appelant). Les fréquences centrales de ces voies

aller et retour constituent lesdites fréquences permises et se succèdent avec un pas égal à l'incrément de fréquence F_H . Les fréquences centrales des voies aller, (ou celles des voies retour) se succèdent avec un pas égal au double $2 F_H$ de cet incrément. C'est pourquoi, si on veut construire un terminal de ce réseau à partir du terminal de la figure 3 on lui ajoute une horloge électrique 32 (voir figure 5) à la fréquence $2 F_H$ (égale au nouvel espacement entre canaux), un mélangeur électrique 31 et un second filtre 33 à la fréquence F_1 pour les signaux issus de ce mélangeur. Avec ces nouveaux moyens :

- on se servira des signaux issus du filtre 33 pour stabiliser l'émetteur du terminal avec un écart de fréquence centrale par rapport aux canaux adjacents égal à $2 F_H$.

- et on se servira des signaux issus du filtre supplémentaire 29 qui est un filtre de repérage de fréquence de réponse pour stabiliser l'oscillateur local de manière à recevoir les signaux de la voie "retour", dont la fréquence optique porteuse diffère de celle de la voie "aller" par l'incrément F_H .

La structure ainsi réalisée pour la partie réceptrice du terminal d'un réseau à multiplexage en fréquence optique permet une stabilisation relative des canaux les uns par rapport aux autres. Dans la structure fréquentielle des ondes présentes sur le réseau, c'est-à-dire dans la succession des fréquences centrales des canaux, chacune de ces fréquences est maintenue par celles qui l'encadrent pour rester égale à une dite fréquence permise. Dans le cas où un seul canal adjacent est actif, donc véhicule de l'énergie détectée par les filtres 29 et 33, le fonctionnement reste identique.

Dans le cas où les deux canaux adjacents sont inactifs, le système constitué par les deux terminaux en communication peut dériver en fréquence, jusqu'à venir "s'appuyer" sur un canal actif ou bien une des fréquences f_{min} et f_{max} précédemment citées. Le spécialiste peut en particulier réaliser un automatisme simple non représenté permettant de provoquer une dérive dès que les canaux adjacents ne sont plus détectables ; la dérive (lente) et contrôlée des fréquences en cours de communication s'effectue alors de manière à pousser systématiquement la pile des fréquences centrales utilisées vers une extrémité prédéterminée de la plage des fréquences du réseau.

Enfin le mode d'accordage précédemment décrit permet un mode d'allocation des canaux par simple exploration de l'espace des fréquences à l'aide d'un générateur de balayage (représenté en 6 sur les figure 3 et 5). L'allocation d'un canal est alors effectuée sous la forme de la recherche d'une zone spectrale inoccupée, de largeur égale à l'extension spectrale d'un canal en se guidant sur les signaux issus des filtres 28 et 29. A titre d'exemple

on va maintenant décrire de manière plus détaillée un réseau fonctionnant suivant ce principe.

Ce réseau est représenté figure 6 et 7 et comporte les éléments communs et les caractéristiques inventives précédemment mentionnées. Il comporte des fibres optiques monomodes interconnectant N terminaux via un coupleur étoile 300. Seuls deux terminaux 100 et 200 sont représentés. Chaque terminal est relié au coupleur 300 par une fibre, d'émission (102 pour le terminal 100), et une fibre de réception (101 pour le terminal 100). Un générateur d'accordage 400 est également connecté au coupleur étoile 300, du côté des fibres d'émission.

A l'aide de la figure 7, on va maintenant décrire les éléments constituant ledit terminal "considéré" qui est par exemple le terminal 100. Les éléments correspondant du terminal 200 ne sont pas représentés et ils sont désignés dans la description ci-après par les mêmes nombres de référence augmentés du nombre 100, les éléments 201 et 202 par exemple correspondant aux éléments 101 et 102 et leur étant identiques dans leurs natures et leurs fonctions.

La fibre "de réception" 101 est connectée à un dispositif actif dit "coupleur directionnel" 103, décrit par exemple dans la référence

"Integrated Optics Switches and Modulators", R.V. Schmidt in "Integrated Optics, Physics and applications" ed. S. Martellucci & A.N. Chester, Plenum Press 1981, p181

Cet élément permet, par le jeu d'une tension de commande, d'établir l'une ou l'autre de deux doubles connexions optiques, une première et une deuxième entrées étant connectées soit à une première et une deuxième sorties, soit à la deuxième et à la première sortie, respectivement.

Une des sorties du coupleur directionnel 103 est reliée par un guide monomode à une extrémité constituant une entrée "de réception" 107A d'un mélangeur passif 107 qui constitue ledit coupleur d'hétérodynage et qui répartit le faisceau optique incident en parties égales sur ses deux extrémités de sortie.

L'autre extrémité d'entrée du mélangeur passif 107 constitue ladite entrée locale. Elle est reliée à un laser semi-conducteur accordable électroniquement 106, qui constitue l'oscillateur local du terminal 100 pour la réception hétérodyne des signaux reçus par la fibre 101. Les deux extrémités de sortie du mélangeur 107 sont reliées à un dispositif de photodétection 108 dit "équilibré" décrit en particulier dans la référence :

F.L. ABBAS, V.W.S. CHAN, T.K. YEE, "A dual detector optical heterodyne receiver for local oscillator noise suppression" IEEE J. Lightwave Technol., LT-S, n° 5, 1985, pp 1110-1122.

Ce dispositif connu permet d'obtenir une ré-

ception hétérodyne des signaux optiques relativement insensible au bruit d'intensité de l'oscillateur local et présentant de bonnes performances notamment en ce qui concerne le bruit d'interférence provoqué par les canaux de transmission adjacents.

De plus, le dispositif 108 comporte des moyens connus pour compenser les fluctuations de l'état de polarisation des signaux optiques reçus. On utilise par exemple l'une des méthodes suivantes :

- Réception à diversité de polarisation, décrite par exemple dans la référence :

B. GLANCE, "Polarization independent coherent optical receiver", IEEE. J. Lightwave Technol., vol. LT-5, n 2, 1987, pp 274-276

- Réception hétérodyne insensible aux fluctuations de l'état de polarisation synchrone de l'état de polarisation de l'onde signal reçue de l'onde signal émise, décrite par exemple dans la référence :

L.J. CIMINI, I.M.I. HABBAB, S. YANG, A.J. RUSTAKO, K.Y. LIOU, C.A. BURRUS, "Polarisation-insensitive coherent Lightwave System using wide-deviation FSK and data-induced polarisation switching", Electron. Lett., vol 24, n° 6, 1988, pp 358-360.

L'emploi de cette dernière technique suppose que l'émetteur 105 soit équipé d'un dispositif de modulation de l'état de polarisation des signaux qu'il émet, ainsi qu'il sera rappelé dans la suite.

La fibre d'émission 102 collecte les signaux émis par un laser semi-conducteur accordable électriquement 105 qui constitue ledit émetteur. Un coupleur directionnel 104 est utilisé pour diriger les signaux optiques émis par l'émetteur 105 soit vers la fibre d'émission 102, soit vers une entrée du coupleur directionnel 103 par l'intermédiaire d'un élément atténuateur optique 119 dont le rôle est d'équilibrer les niveaux de puissance des signaux incidents sur les deux entrées du coupleur 103.

Les lasers semi-conducteurs 105 et 106 sont munis en outre des éléments non représentés suivants :

- un dispositif d'isolation optique,
 - un dispositif d'isolation optique, qui devra être insensible à l'état de polarisation de l'onde réfléchie vers le laser si la transmission des signaux optiques est effectuée avec modulation synchrone de leur état de polarisation. Ce dispositif d'isolation optique est décrit par exemple dans la référence :
 M. SHIRASAKI, K. ASAMA "Compact Optical Isolator for fibers using birefringent wedges", Appl. Opt., vol. 21 n° 23, 1982, pp 4296-4299.

Avec ce type de transmission le laser 105 ou 106 devra être équipé d'un dispositif de modulation de l'état de polarisation de l'onde qu'il émet, dispositif passif (voir référence préalablement citée, L.J.

CIMINI et al.) ou actif, à effet électro-optique, décrit dans la référence :

F.K. REINHART, R.A. LOGAN "Electro-optic frequency and polarization-modulated injection laser", Appl. Phys. Lett, 36 (12) 1980, pp. 954-956.

- et d'un dispositif optique permettant de coupler le faisceau émis dans le guide monomode placé en vis à vis.

Ces lasers sont en outre munis des éléments suivants :

- un raccordement électrique vers une alimentation 113 ou 116 pour l'émetteur 105 ou pour l'oscillateur local 106, respectivement,

- un raccordement électrique vers un circuit de contrôle de la fréquence optique d'émission, dit "circuit d'accord" et numéroté 114 ou 117 pour l'émetteur 105 ou pour l'oscillateur local 106,

- une enceinte externe de régulation thermique 110 ou 112, contrôlée et commandée par le circuit 109 ou 111, pour l'émetteur 105 ou pour l'oscillateur local 106. Ce dispositif stabilise la température de fonctionnement du laser semi-conducteur avec une très bonne précision, de l'ordre de $\pm 0,01$ °C.

La modulation des ondes optiques émises par l'émetteur 105 est réalisée à l'aide d'un circuit de modulation 115 raccordé au circuit d'accord 114. Une modulation de type externe du faisceau émis par l'émetteur 105 serait également possible, par le jeu d'un modulateur électro-optique (par exemple), qui serait alors directement commandé par le circuit 115. La commande du circuit d'accord 117 de l'oscillateur local 106 est effectuée par un circuit 118 qui constitue ledit générateur de balayage et dont le rôle sera explicité plus loin.

Le terminal 100 comprend, en outre, un circuit de filtrage et d'amplification 120 à ladite fréquence intermédiaire, F_1 , ce circuit constituant ledit filtre d'hétérodynage, un circuit de démodulation 121 permettant de décoder les signaux détectés par le récepteur hétérodyne 108, un circuit de filtrage et d'amplification 123 à une fréquence F_0 , qui sera explicitée par la suite, et un mélangeur 124 qui constitue ledit mélangeur de repérage et qui permet de mélanger les signaux issus du récepteur 108 avec le signal fourni par l'horloge 125. La sortie de ce mélangeur est raccordée à un circuit de filtrage et d'amplification 122 à la fréquence intermédiaire F_1 , ce circuit constituant ledit filtre de recherche de canal.

Enfin, le terminal est commandé dans son ensemble par un micro-processeur 126, qui constitue ledit circuit de commande. Ce micro processeur est équipé d'une unité centrale 129, d'une mémoire vive 127, d'une mémoire morte 128 et de treize bornes d'entrées-sorties permettant d'assurer les fonctions suivantes :

- borne 1 (entrée) : entrée des informations à transmettre (en provenance dudit périphérique 150)

- borne 2 (entrée) : ordre d'appel (en provenance du périphérique)
- borne 3 (sortie) : commande du coupleur directionnel 104
- borne 4 (sortie) : commande du circuit de modulation 115 de l'émetteur 105
- borne 5 (sortie) : commande du circuit d'accord 114 de l'émetteur 105
- borne 6 (sortie) : commande du coupleur directionnel 103
- borne 7 (sortie) : commande du générateur de balayage 118
- borne 8 (entrée) : entrée des signaux de repérage issus du circuit 122
- borne 9 (entrée) : entrée des signaux de repérage issus du circuit 123
- borne 10 (entrée) : entrée des signaux de repérage issus du circuit 120
- borne 11 (entrée) : entrée des signaux démodulés issus du circuit 121
- borne 12 (sortie) : sortie des données reçues (vers un périphérique)
- borne 13 (sortie) : signal d'appel (vers un périphérique).

On va maintenant décrire à l'aide de la figure 8 les éléments constituant le générateur d'accordage.

Ce générateur 400 est constitué essentiellement de deux sources laser à semi-conducteurs 401 et 402, qui sont du même type que l'oscillateur 106 mais qui émettent à fréquence optique fixe et sont dotés chacun d'une régulation électrique et thermique 403 ou 404. La fréquence d'émission de chacune de ces sources laser est contrôlée en permanence par un dispositif à interféromètre de type Fabry-Pérot 405 ou 406, capable de fournir un signal électrique d'asservissement au circuit 407 qui pilote les sources 401 et 402. Les signaux optiques émis par les sources 401 et 402 sont regroupés dans une même fibre optique monomode 411, via un mélangeur passif 410, et distribués vers tous les terminaux par le coupleur en étoile 300. Des mélangeurs passifs 408 et 409 permettent de prélever une partie des faisceaux émis respectivement par les sources 401 et 402 à des fins de contrôle par les dispositifs 405 et 406.

La source 401 émet une onde optique très stable, constituant une dite onde d'accordage et affectée d'une modulation par une séquence périodique caractéristique permettant son identification par tous les terminaux du réseau. La valeur de sa fréquence optique est minimale et notée f_{min} . Elle constitue une borne inférieure de la plage des fréquences optiques du réseau. La source 402 émet également une onde optique très stable, affectée d'une modulation par une séquence périodique caractéristique permettant son identification par tous les terminaux du réseau. La valeur de sa fréquence est maximale et notée f_{max} . Elle consti-

tue une borne supérieure de cette même plage.

On va maintenant décrire, dans le cas du terminal précédemment considéré, la procédure de mise en fonctionnement d'un terminal et son mode d'attente (voir figure 10).

A la mise en marche de ce terminal 100, le coupleur directionnel 104 est alimenté par le circuit 126 de manière à connecter l'émetteur 105 au coupleur directionnel 103, ce dernier étant lui-même alimenté par le circuit 126 de manière à connecter la fibre de réception 101 au mélangeur 107.

Le générateur de balayage 118, commandé par le circuit 126, fournit au circuit d'accord 117 un signal électrique périodique ainsi qu'il est représenté figure 9A. A ce signal électrique est associée une variation périodique de la fréquence locale qui est celle de l'onde optique émise par l'oscillateur local 106 et qui constitue aussi ladite fréquence d'exploration.

Le récepteur hétérodyne 108, muni du filtre 120 à la fréquence intermédiaire F_1 , permet de détecter les signaux optiques présents sur la fibre de réception 101 ; ces signaux sont transmis au circuit 126 par la borne d'entrée numérotée 10.

Lorsqu'un signal est ainsi détecté par le filtre 120, une impulsion électrique constituant un dit signal de repérage est transmise au circuit 126, qui enregistre alors dans sa mémoire vive 128 la valeur du courant d'accord fourni par le circuit 117 à l'oscillateur local 106, c'est-à-dire un nombre représentatif de la fréquence de l'onde optique émise par celui-ci, et une information attestant la présence d'un canal occupé, ainsi qu'il est représenté figure 3C. On notera qu'un canal est occupé dès que sa voie aller ou sa voie retour sont utilisées, et que, en raison de l'utilisation d'une détection hétérodyne, à chaque émission de l'oscillateur local 106 à une fréquence locale F , correspondent deux signaux détectés aux fréquences optiques $F + F_1$ et $F - F_1$.

Le balayage s'effectue sur toute la plage d'accordabilité de l'oscillateur local. Lorsque l'extrémité de cette plage est atteinte, le sens du balayage est inversé, et l'exploration de l'espace des fréquences du réseau recommence.

Dans la mémoire vive du circuit 126 est ainsi enregistrée une carte des plages spectrales occupées par les terminaux du réseau. Les canaux occupés ou vacants peuvent ainsi être déterminés à chaque "balayage". De plus, par programme, le circuit 126 peut comparer à chaque instant l'état d'occupation des canaux du réseau avec ce qu'il était lors du balayage précédent ; il peut donc à chaque instant détecter un appel éventuel (canal nouvellement occupé) ou un canal pour appeler (canal nouvellement disponible).

En extrémité de balayage, le récepteur 108

détecte toujours une onde d'accordage issue du générateur 400. Cette information peut être exploitée par le circuit 126 pour affiner la stabilisation de la fréquence de l'oscillateur local, par contrôle de la plage de variation du courant d'accord fourni par le circuit 117. De plus, l'absence de toute émission sur le réseau n'est en aucun cas préjudiciable au bon fonctionnement du terminal qui est "mis en marche" le premier.

Le mode de fonctionnement qui vient d'être décrit est le mode dit "d'attente". Les figures 9A, 9B et 9C résument de façon synthétique la situation dans ce mode en représentant le spectre des canaux occupés, les signaux de balayage appliqués à l'oscillateur local 106, et les signaux détectés par le récepteur 108 et transmis pour mémorisation au circuit 126.

On va maintenant décrire la procédure d'appel.

Lorsque le périphérique 150 demande l'établissement d'une communication via un signal d'appel appliqué à la borne n° 2 du circuit de commande 126 et identifiant le terminal appelé, on entame une "procédure d'appel" (figure 11).

L'unité centrale du circuit 126 stoppe le balayage spectral de l'oscillateur local 106, commandé par les circuits 118 et 117, dès qu'un canal disponible est repéré selon le processus décrit précédemment.

Pour la clarté de l'exposé, on appellera F_k la fréquence centrale de la voie aller du canal vacant, et F_{k+1} la fréquence centrale de la voie retour. On rappelle que $F_{k+1} - F_k = F_H$ quel que soit k .

La fréquence optique de l'oscillateur local 106 est réglée par les circuits 126 et 117 à la valeur $F_k + F_1$; et ce réglage est affiné de deux manières, :

- en minimisant (par réglage du courant d'accord fourni par le circuit 117) le signal issu du filtre 120 à la fréquence F_1 et appliqué à la borne n° 10 du circuit 126 ; ce signal atteste de l'absence de signal optique à la fréquence F_k sur la fibre 101, c'est-à-dire sur le réseau. Le terminal s'assure ainsi de la présence d'un canal disponible.

- en maximisant (par réglage du courant d'accord de 117 le signal issu du filtre 122 à la fréquence F_1 et appliqué à la borne n° 8 du circuit 126. Ce signal provient des signaux optiques présents sur le réseau aux fréquences $F_k + 2F_H = F_{k+2}$ et $F_k - 2F_H = F_{k-2}$ donc provenant des voies aller des deux canaux adjacents ; le terminal s'assure ainsi que la fréquence optique centrale définissant la voie aller qui va être utilisée par le terminal 100 est correctement positionnée par rapport aux canaux voisins.

Le terminal peut alors régler la fréquence d'émission de l'émetteur 105 du terminal 100. Pour cela, (voir figure 12) le circuit 126 commande le coupleur directionnel 103 de manière à connecter l'émetteur 105 au mélangeur passif 107. La fré-

quence optique d'émission de cet émetteur est réglée à la valeur F_k et le réglage est affiné:

- en maximisant (par réglage du courant d'accord du circuit 114) le signal issu du filtre 120 à la fréquence F_1 appliqué à la borne n° 10 du circuit 126 ; le terminal s'assure ainsi de l'émission à la fréquence F_k .

Ce réglage effectué, le terminal est prêt à envoyer un message d'appel. Cependant, le terminal doit se mettre en condition pour recevoir une réponse à l'appel qu'il va effectuer. On sait que cette réponse parviendra par la voie retour du même canal, et le terminal peut d'ores et déjà régler la fréquence de l'oscillateur local 106 à la valeur adéquate, égale à :

$$F_{k+1} - F_1 = F_k + F_H - F_1$$

Le nouveau réglage de la fréquence optique d'émission de l'oscillateur local 126 est réalisé simplement (figure 13) en maximisant (par réglage du courant d'accord fourni par le circuit 117) le signal issu du filtre 123 à la fréquence $F_H - F_1$ et appliqué à la borne n° 9 du circuit 126.

Le terminal est alors prêt à envoyer un message d'appel (voir figure 14). Le circuit 126 commande le coupleur directionnel 103 de manière à reconnecter la fibre de réception et le mélangeur passif 107. Si aucun signal n'est détecté par le récepteur 108 et transmis à la borne n° 10 du circuit 126, le canal "k" est toujours vacant. Le circuit 126 commande le coupleur directionnel 104 pour connecter l'émetteur 105 au réseau. Une trame d'appel est émise, comportant l'identification des terminaux appelant et appelé (en l'occurrence les terminaux 100 et 200), et un message d'appel. Cette trame est réémise périodiquement jusqu'à réception d'un message d'acquiescement ou, en l'absence d'un tel message, jusqu'à expiration d'un "délai de réponse" préétabli.

On va maintenant décrire la procédure de détection d'appel et d'acquiescement.

Considérons à présent le terminal appelé 200. Ce terminal est placé en mode d'attente ; son oscillateur local 206 balaye l'espace des fréquences porteuses du réseau et son circuit de commande 226 mémorise les informations sur l'état d'occupation des canaux.

Dès qu'un canal "nouvellement occupé" est identifié, il y a éventualité d'appel adressé au terminal 200. La fréquence d'émission de l'oscillateur local 206 est alors réglée à la valeur $F_k + F_1$ de manière à démoduler les signaux présents sur ce canal "k" (voir figure 15) et le réglage est affiné :

- en maximisant (par réglage du courant d'accord fourni par le circuit 217) le signal issu du filtre 220 à la fréquence F_1 et appliqué à la borne n° 10 du circuit 226 ; le terminal se met ainsi en condition pour démoduler les signaux optiques à la fréquence F_k .

- en maximisant (par réglage du courant d'accord fourni par le circuit 217) le signal issu du filtre 222 à la fréquence F_1 et appliqué à la borne n° 8 du circuit 226 ; ce signal provient des signaux optiques présents sur le réseau aux fréquences $F_k + 2F_H = 2_{k+2}$ et $F_k - 2F_H = F_{k-2}$, donc provenant des voies aller des deux canaux adjacents ; le terminal s'assure ainsi que la fréquence optique centrale de réception correspondant à la voie aller qui est utilisée par le terminal appelant (en l'occurrence 100) est correctement positionnée par rapport aux canaux voisins.

Le terminal 200 peut à présent s'informer de l'existence d'un appel, par démodulation (en sortie du circuit 221) des signaux issus du récepteur 208. Si la trame d'appel ne comporte pas son numéro d'identification, le terminal est remis en mode d'attente.

Si la trame d'appel est adressée au terminal 200, celui-ci doit se mettre en condition pour envoyer un message d'acquiescement. Il faut donc régler la fréquence optique de l'émetteur 205 à la valeur définissant la voie retour du canal "k", soit $F_{k+1} = F_k + F_H$ (voir figure 16), en maximisant (par réglage du courant d'accord fourni par le circuit 214) le signal issu du filtre 223 à la fréquence $F_H - F_1$ et appliqué à la borne n°9 du circuit 226. Les coupleurs directionnels 20S et 204 sont réglés de manière à connecter la fibre de réception 201 au mélangeur 207 et la fibre d'émission 202 à l'émetteur 20S. Le terminal 200 envoie un message d'acquiescement au terminal 100 et l'échange d'information peut s'établir (voir figure 17).

A la fin de la communication chaque terminal se remet en mode d'attente.

La figure 18 résume la totalité de la procédure d'établissement d'une communication entre deux terminaux en représentant, en fonction du temps, la séquence de réglage des fréquences d'émission des émetteurs 105 et 205 et des oscillateurs locaux 106 et 206 sur les courbes 1105, 1205, 1106 et 1206 respectivement.

Des régions de ces courbes sont référencées 1105 A et 1105 B pour le réglage de l'émetteur 105 et l'émission d'une trame d'appel, 1106 A et 1106 B pour la recherche d'un canal disponible et le réglage de l'oscillateur local 106 par rapport à la fréquence retour, 1205 A et 1205 B pour le réglage de l'émetteur 205 et l'émission d'une trame d'acquiescement, et 1206 A pour la détection d'appel et le réglage de l'oscillateur local 206 par rapport à la fréquence retour.

Revendications

1/ Réseau de communication sur fibres optiques avec multiplexage en fréquence, ce réseau

comportant

- des terminaux (100, 200) associés à des périphériques pour permettre la transmission d'informations entre ces périphériques, chacun de ces terminaux étant apte à être tantôt appelant, tantôt appelé, tantôt en attente, un terminal étant appelant pour émettre un message aller portant une dite information, cette information étant à transmettre à un terminal appelé sous la forme d'une modulation sur une onde porteuse optique présentant une fréquence aller, ce terminal appelant étant alors en émission, ce terminal appelé (200) étant apte à recevoir ce message aller et étant alors en réception,

- deux fibres optiques monomodes pour chacun desdits terminaux, ces fibres étant une fibre d'émission (102) et une fibre de réception (101) pour l'émission et la réception desdits messages par ce terminal, respectivement,

- un coupleur en étoile (300) pour recevoir lesdites ondes porteuses lui parvenant de tous lesdits terminaux par lesdites fibres d'émission, et pour transmettre chacune de ces ondes porteuses vers tous ces terminaux par lesdites fibres de réception, de sorte que toutes lesdites ondes porteuses sont reçues par chaque dit terminal,

- et un générateur d'accordage (400) émettant des ondes d'accordage qui sont, elles aussi, reçues par tous lesdits terminaux pour définir une succession de fréquences permises dont chacune peut être choisie pour constituer une dite fréquence aller chaque fois qu'un dit message aller doit être transmis, de manière que lesdits terminaux appelant et appelé soient alors accordés sur une même fréquence, cette fréquence étant alors occupée, les fréquences permises non occupées restant disponibles pour la transmission d'autres messages,

- les divers dits terminaux comportant respectivement des éléments semblables qui sont, pour un terminal considéré (100), qui est l'un quelconque de ces terminaux :

- un émetteur commandable (105) pour émettre une dite onde porteuse sur ladite fibre d'émission lorsqu'un message doit être émis par le terminal considéré et pour réaliser ladite modulation de cette onde, la fréquence de cette onde étant commandable et constituant une fréquence d'émission de ce terminal,

- un oscillateur local (106) pour fournir une onde locale optique à fréquence locale commandable,

- un mélangeur d'hétérodynage (107) à deux entrées recevant d'une part, sur une entrée de réception (107A), lesdites ondes porteuses reçues par le terminal considéré, une telle onde constituant une onde de réception avec une fréquence de réception pour ce terminal lorsque le message porté par cette onde est à transmettre à ce terminal, ce mélangeur recevant d'autre part ladite onde locale

sur une entrée locale (107B) et mélangeant cette onde avec lesdites ondes reçues, ce mélangeur étant pourvu d'un récepteur (108) photodétecteur pour former notamment, par mélange avec ladite onde de réception et par photodétection, un signal de battement de réception de nature non optique, à une fréquence intermédiaire prédéterminée (F_i) qui est la différence entre lesdites fréquences de réception et locale,

- un filtre d'hétérodynage (120) accordé sur ladite fréquence intermédiaire pour sélectionner ce signal de battement de réception,
 - un circuit de démodulation (121) pour recevoir ce signal de battement de réception, pour le démoduler, et pour fournir un signal démodulé représentatif d'une dite information qui était à transmettre au terminal considéré et qui était portée par ladite onde de réception,
 - et un circuit de commande (126), ce circuit étant relié audit périphérique associé au terminal considéré pour en recevoir ladite information à transmettre, ce circuit commandant en conséquence ledit émetteur pour réaliser ladite modulation de l'onde porteuse lorsque le terminal considéré est en émission, ce circuit recevant ledit signal démodulé et transmettant en conséquence ladite information reçue audit périphérique associé lorsque le terminal considéré est en réception, ce circuit commandant ladite fréquence d'émission avec l'aide desdites ondes d'accordage lorsque le terminal considéré est en émission, cette fréquence d'émission étant choisie parmi lesdites fréquences disponibles, et ce circuit commandant ladite fréquence locale en fonction de ladite fréquence de réception lorsque le terminal considéré est appelé, de manière que la différence entre cette fréquence locale et cette fréquence de réception soit égale à ladite fréquence intermédiaire prédéterminée,
- ce réseau étant caractérisé par le fait que ledit terminal (100) considéré comporte en outre des moyens d'incrémentation de fréquence (106 à 108, 118, 120, 122 à 126) propres à effectuer des opérations d'incrémentation consistant chacune à engendrer une onde optique à une fréquence présentant un incrément de fréquence (F_H) à partir de la fréquence d'une dite onde reçue par ce terminal, cet incrément de fréquence étant commun aux divers dits terminaux de manière que ces opérations d'incrémentation définissent, à partir d'une fréquence de base (f_{min}) qui est elle-même définie par lesdites ondes d'accordage, une succession régulière de dites fréquences permises séparées par cet incrément de fréquence, une fréquence permise suivante (F_{k+1}) étant définie par une telle opération d'incrémentation effectuée dans le terminal considéré à partir d'une fréquence permise précédente (F_k) occupée par un autre terminal,
- ledit circuit de commande (126) coopérant avec

ces moyens d'incrémentation de fréquence, lorsque le terminal considéré doit passer en émission, pour définir une dite fréquence disponible, ce circuit commandant alors ladite fréquence d'émission pour la rendre égale à la fréquence disponible ainsi définie.

2/ Réseau selon la revendication 1, caractérisé par le fait que lesdits moyens d'incrémentation de fréquence comportent :

- un générateur d'exploration (106) pour engendrer une onde d'exploration à une fréquence optique commandable,
- un générateur de balayage (118) commandé par ledit circuit de commande (126) et commandant ledit générateur d'exploration pour faire balayer un espace des fréquences du réseau par la fréquence de ladite onde d'exploration,
- un mélangeur d'incrémentation (107) muni d'un récepteur (108) photodétecteur pour recevoir, d'une part, lesdites ondes reçues par le terminal considéré (100) et, d'autre part, ladite onde d'exploration, et pour mélanger ces ondes reçues avec cette onde d'exploration de manière à former un signal de battement de balayage de nature non optique à des fréquences différentielles,
- et un système de repérage de fréquence (120, 122 à 125) recevant ledit signal de battement de balayage et fournissant un signal de repérage de fréquence audit circuit de commande quand la fréquence de ce signal de battement passe par au moins une fréquence propre à ce système de repérage de fréquence et liée audit incrément de fréquence, de manière à permettre à ce circuit de commande, à partir de ces signaux de repérage, de commander une dite fréquence d'émission pour la rendre égale à une dite fréquence disponible.

3/ Réseau selon la revendication 2, caractérisé par le fait que ledit système de repérage de fréquence (120, 122 à 125) comporte au moins un filtre de fréquence (120, 122, 123) et/ou une horloge (125), une fréquence de ce filtre et/ou de cette horloge constituant une dite fréquence propre de ce système de repérage.

4/ Réseau selon la revendication 2, caractérisé par le fait que ledit système de repérage (120, 122 à 125) possède un groupe de fréquences propres qui est constitué d'au moins une fréquence et à partir duquel ledit incrément de fréquence est défini par des opérations d'addition de soustraction et/ou d'égalité de fréquences.

5/ Réseau selon la revendication 4, caractérisé par le fait que ledit groupe de fréquences propres comporte ladite fréquence intermédiaire (F_i) et l'intervalle ($F_H - F_i$) entre cette fréquence intermédiaire et ledit incrément de fréquence (F_H).

6/ Réseau selon la revendication 2, caractérisé par le fait que ledit générateur d'onde de balayage et ledit mélangeur d'incrémentation sont constitués

par ledit oscillateur local (106) et par ledit mélangeur d'hétérodynage (107), ledit terminal considéré (100) comportant en outre un groupe de coupleurs directionnels (103, 104) commandés par ledit circuit de commande (126) pour permettre à ce circuit de diriger l'onde émise par ledit émetteur (105) soit vers ladite entrée de réception (107A) du mélangeur d'hétérodynage soit vers ladite fibre d'émission (102) et de diriger vers cette entrée soit lesdites ondes reçues par le terminal considéré, soit l'onde émise par ledit émetteur.

7 Réseau selon la revendication 3, dans lequel ledit terminal appelé est apte à émettre, en réponse audit message aller, un message retour portant une autre dite information à transmettre au terminal appelant sous la forme d'une modulation sur une onde porteuse optique présentant une fréquence retour, ce terminal appelé étant alors en émission, et ce terminal appelant étant apte ensuite à recevoir ce message retour, ce terminal appelant étant alors en réception, et dans lequel ladite fréquence retour est adjacente à ladite fréquence aller dans ladite succession de fréquences permises, cette succession comportant alternativement desdites fréquences aller et desdites fréquences retour et étant en même temps une succession de canaux constitués chacun de deux fréquences qui sont une dite fréquence aller pour un dit message aller et une dite fréquence retour pour un dit message retour émis en réponse à ce message aller, chaque dit canal étant disponible seulement lorsque ses deux dites fréquences aller et retour sont disponibles, ce réseau étant caractérisé par le fait que ledit système de repérage comporte

- une horloge (125) pour fournir un signal d'horloge à une fréquence d'horloge qui est une dite fréquence propre et qui est le double dudit incrément de fréquence,
- un mélangeur de repérage (124) pour mélanger ce signal d'horloge à un signal issu dudit mélangeur d'hétérodynage et fournir un signal de mélange de repérage,
- et des filtres de repérage (120, 122, 123) ayant desdites fréquences propres dont les valeurs sont définies par des opérations d'addition, de soustraction et/ou d'égalité à partir de ladite fréquence d'horloge (F_E), dudit incrément de fréquence (F_H) et de ladite fréquence intermédiaire (F_I), chacun de ces filtres fournissant un dit signal de repérage de fréquence lorsqu'un signal qu'il reçoit passe par sa fréquence propre.

8/ Réseau selon la revendication 7, caractérisé par le fait que lesdits filtres de repérage de fréquence comportent :

- ledit filtre d'hétérodynage (120) dont ladite fréquence propre est ladite fréquence intermédiaire (F_I),
- un filtre de recherche de canal (122) qui reçoit

ledit signal de mélange de repérage et dont ladite fréquence propre est elle aussi égale à ladite fréquence intermédiaire, ledit circuit de commande (126) étant prévu pour rendre ladite fréquence d'émission égale à la fréquence aller d'un canal disponible en réponse auxdits signaux de repérage lorsqu'un dit message aller doit être émis par ledit terminal considéré,

- et un filtre de repérage de fréquence de réponse (123) dont la fréquence propre ($F_H - F_I$) est égale à la différence entre ledit incrément de fréquence (F_H) et ladite fréquence intermédiaire (F_I), ledit circuit de commande (126) étant prévu, lorsqu'un dit message aller est transmis sur une dite onde porteuse à une dite fréquence aller, pour accorder ledit oscillateur local (106) ou ledit émetteur (105) de manière à recevoir ou émettre ledit message retour sur une onde porteuse à une dite fréquence retour appartenant au même dit canal que ladite fréquence aller.

9/ Réseau selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ledit générateur d'accordage (400) émet deux ondes dont les fréquences sont des fréquences bornes aux deux extrémités d'une plage des fréquences (f_{\min} , f_{\max}) porteuses de réseau comportant lesdites fréquences permises.

10/ Réseau selon la revendication 9, caractérisé par le fait que ledit générateur d'accordage (400) émet une dite onde d'accordage à une fréquence minimale (f_{\min}) et une onde d'accordage à une fréquence maximale (f_{\max}), chacune des ces fréquences étant à la fois une dite fréquence borne et une dite fréquence de base, ledit générateur de balayage (118) faisant balayer ladite plage des fréquences porteuses du réseau par la fréquence de balayage alternativement à partir de cette fréquence maximale et de cette fréquence minimale.

FIG. 1

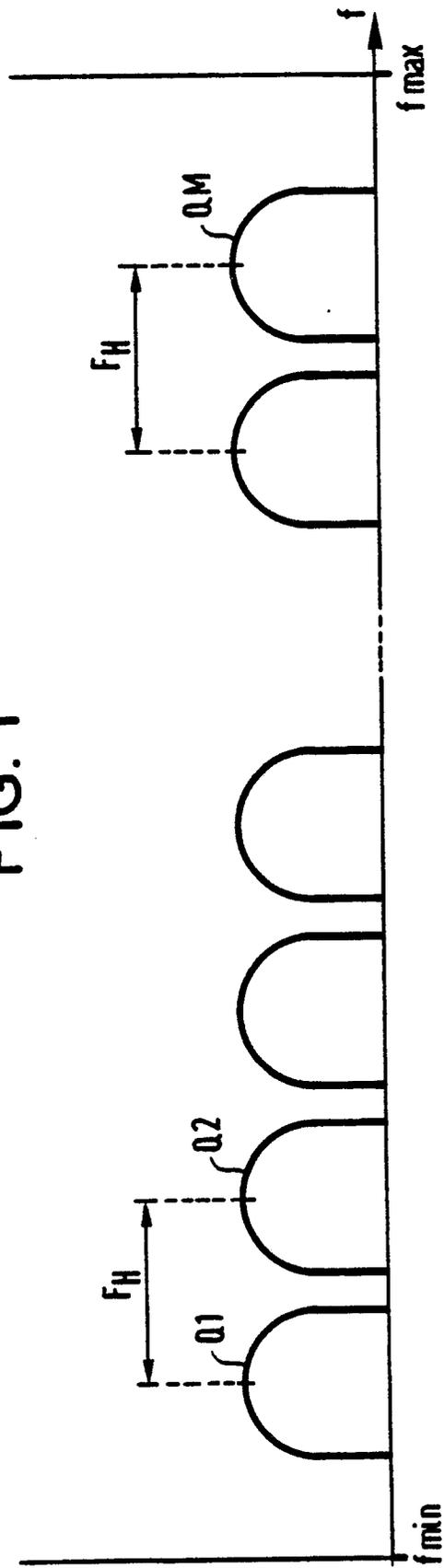


FIG. 2

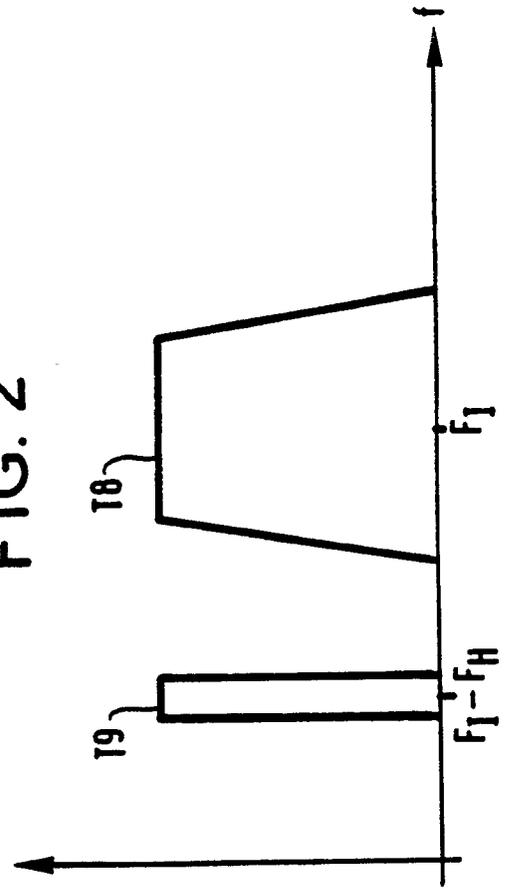


FIG. 3

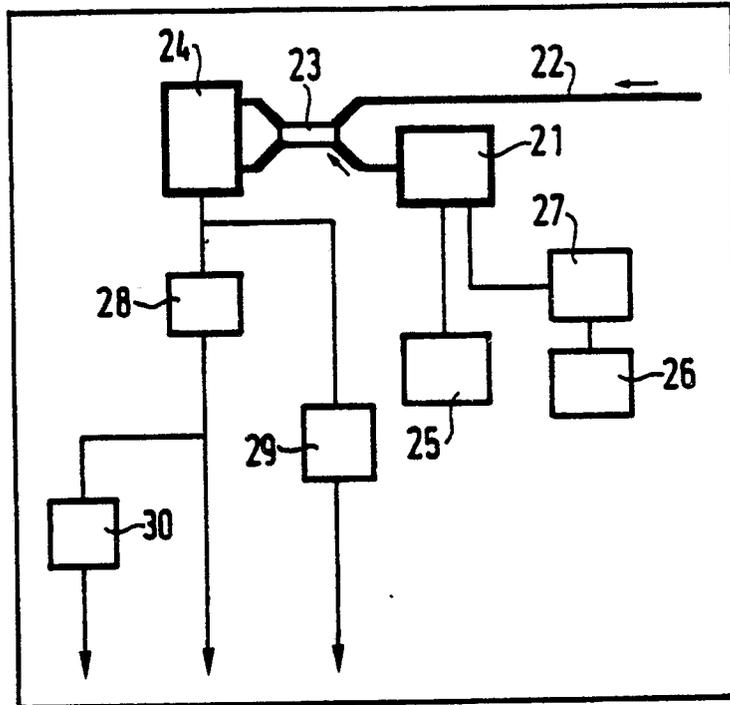


FIG. 5

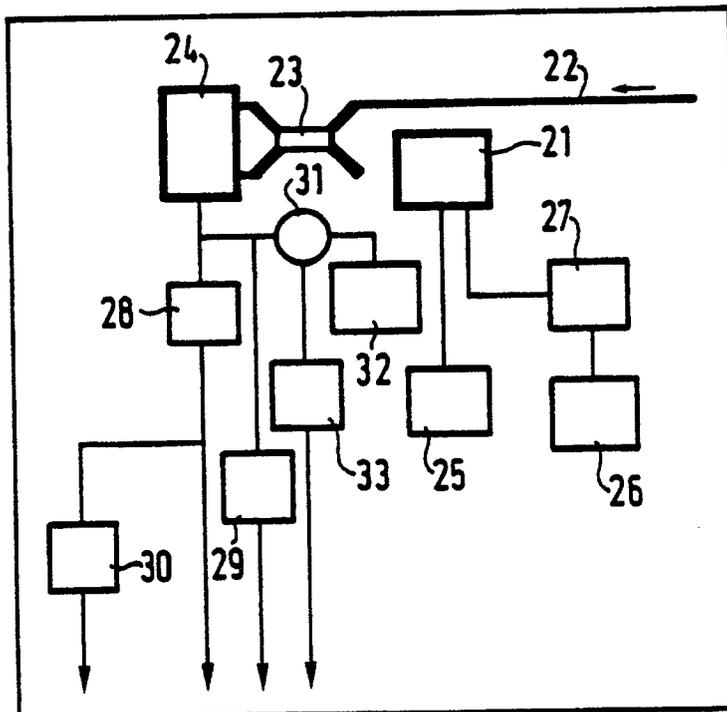
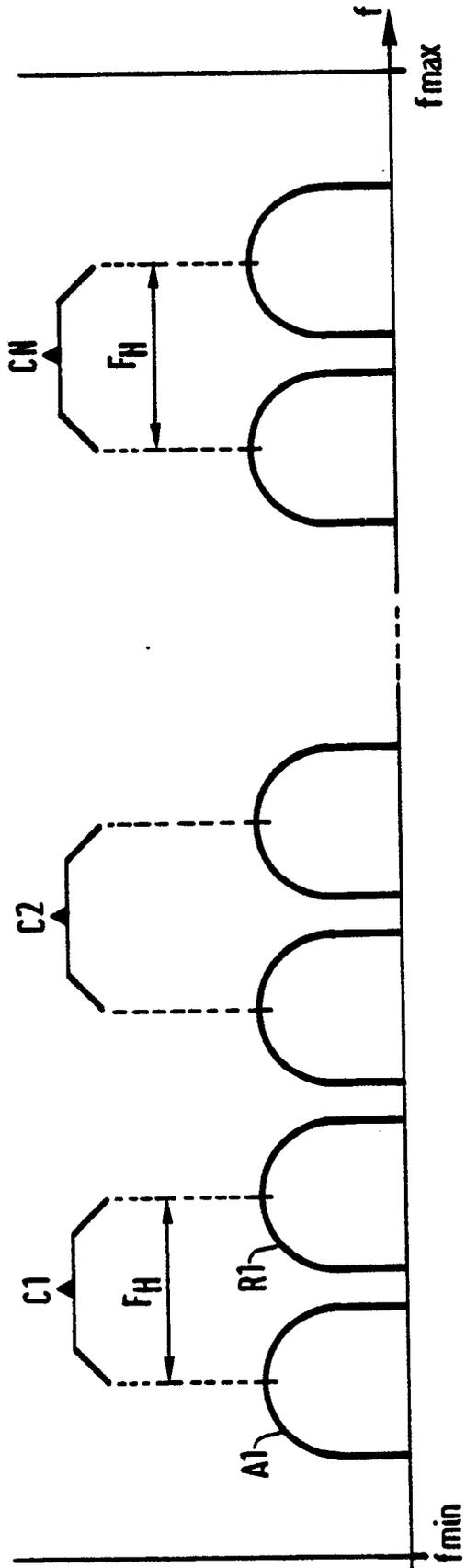


FIG. 4



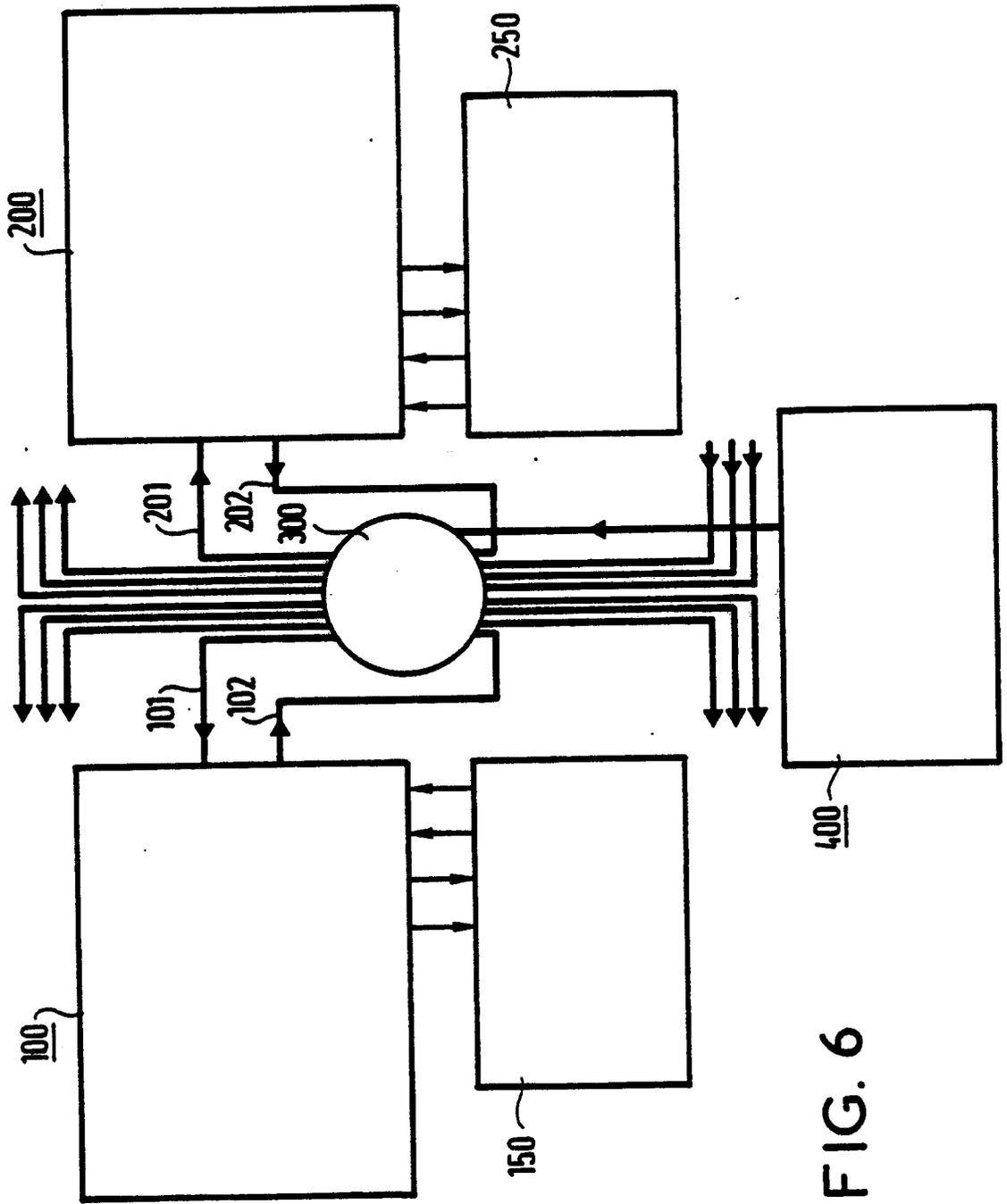


FIG. 6

FIG. 7

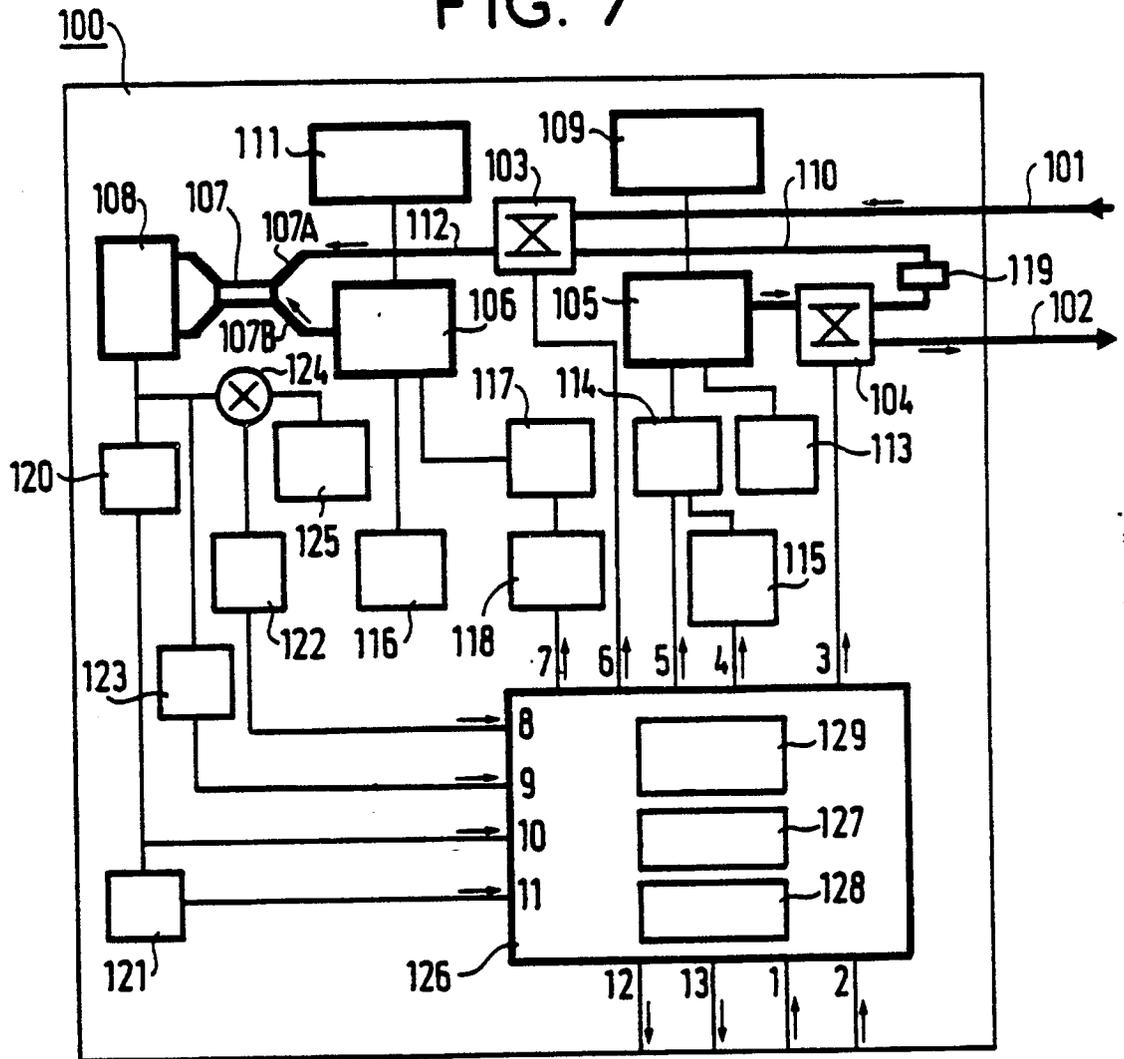
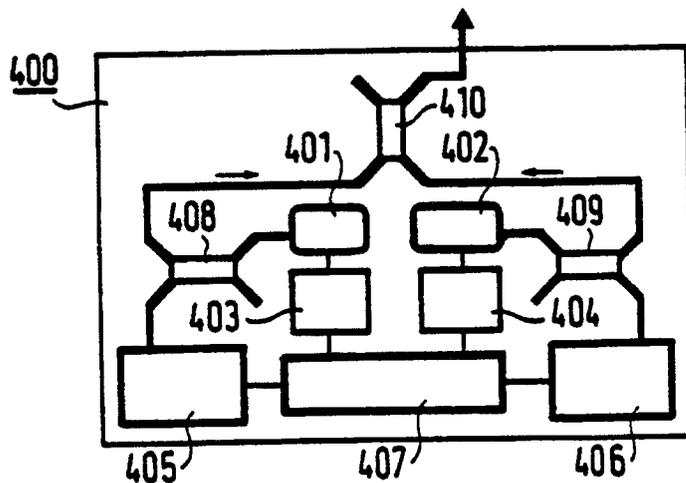
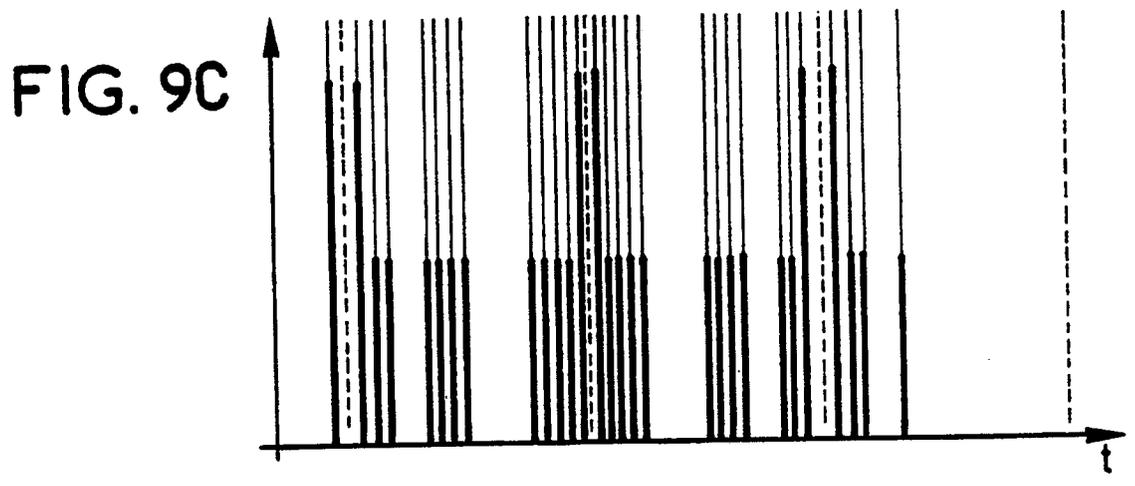
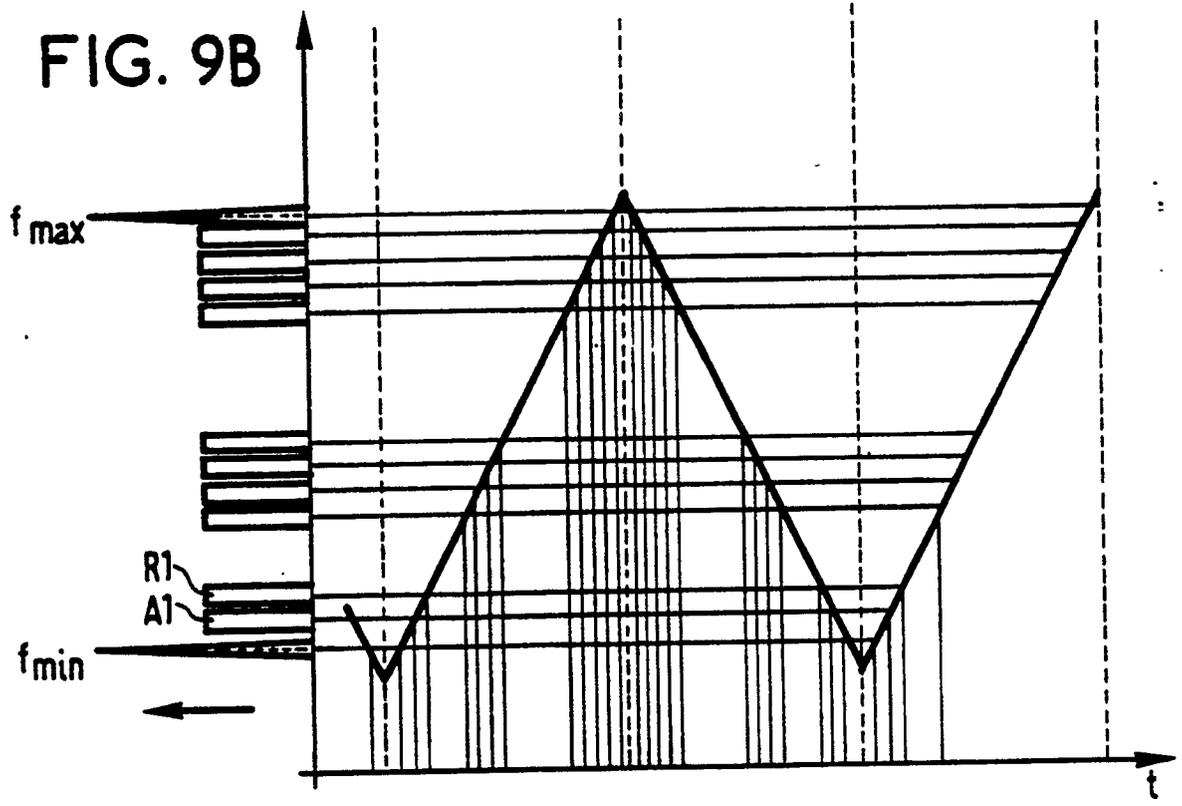
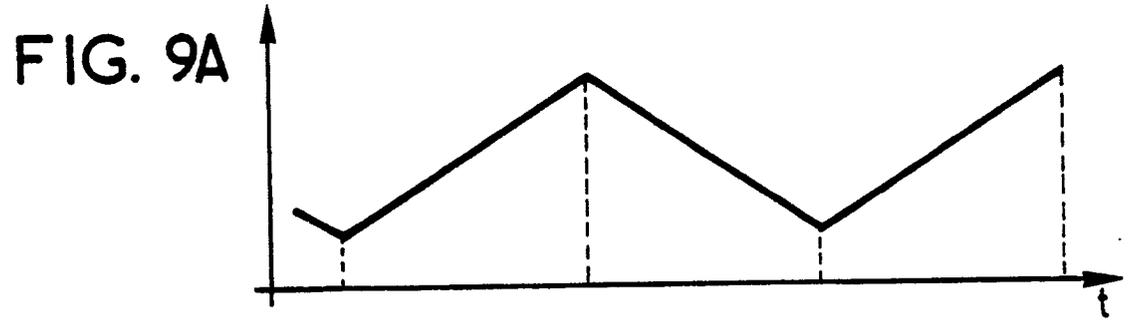


FIG. 8





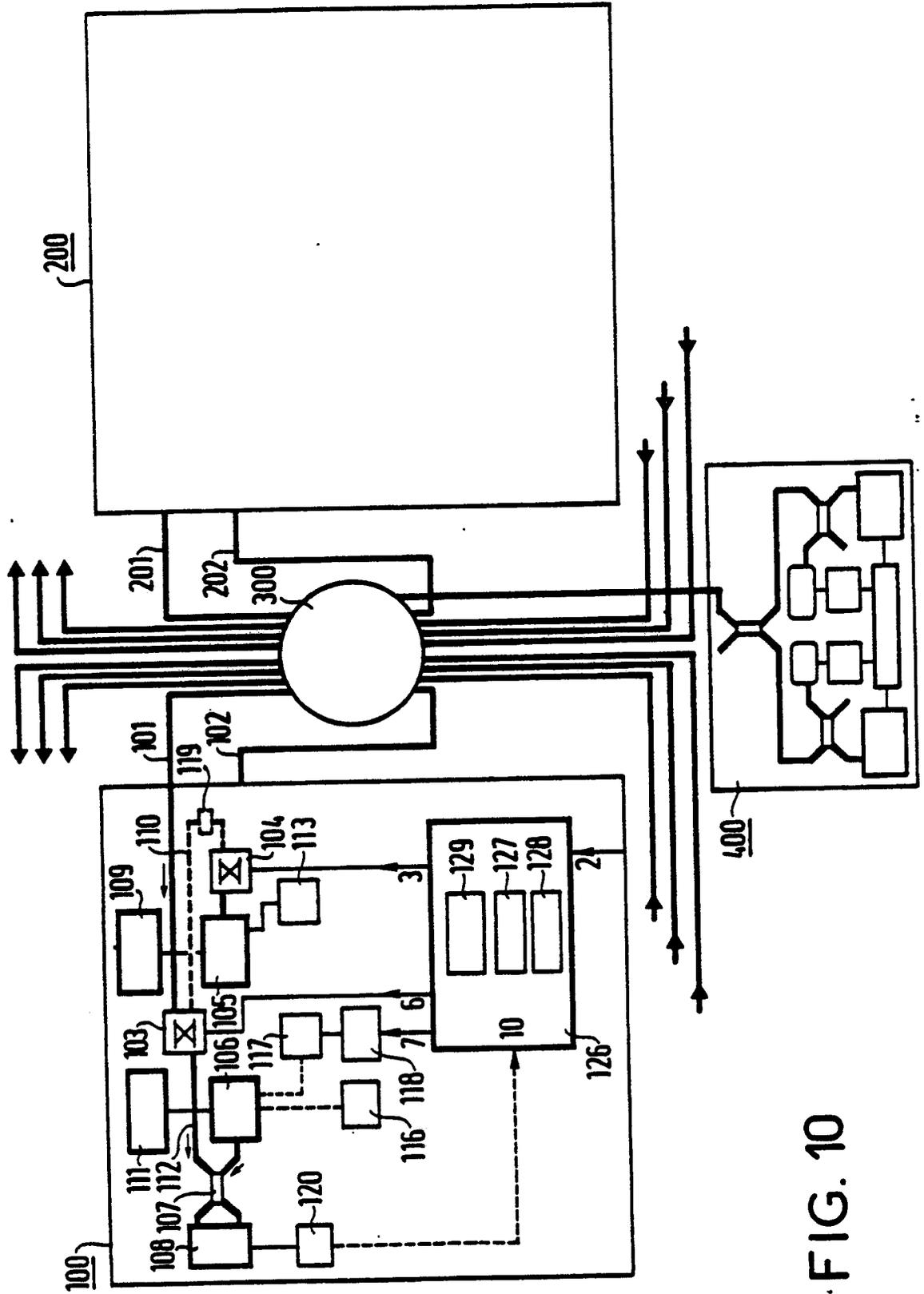


FIG. 10

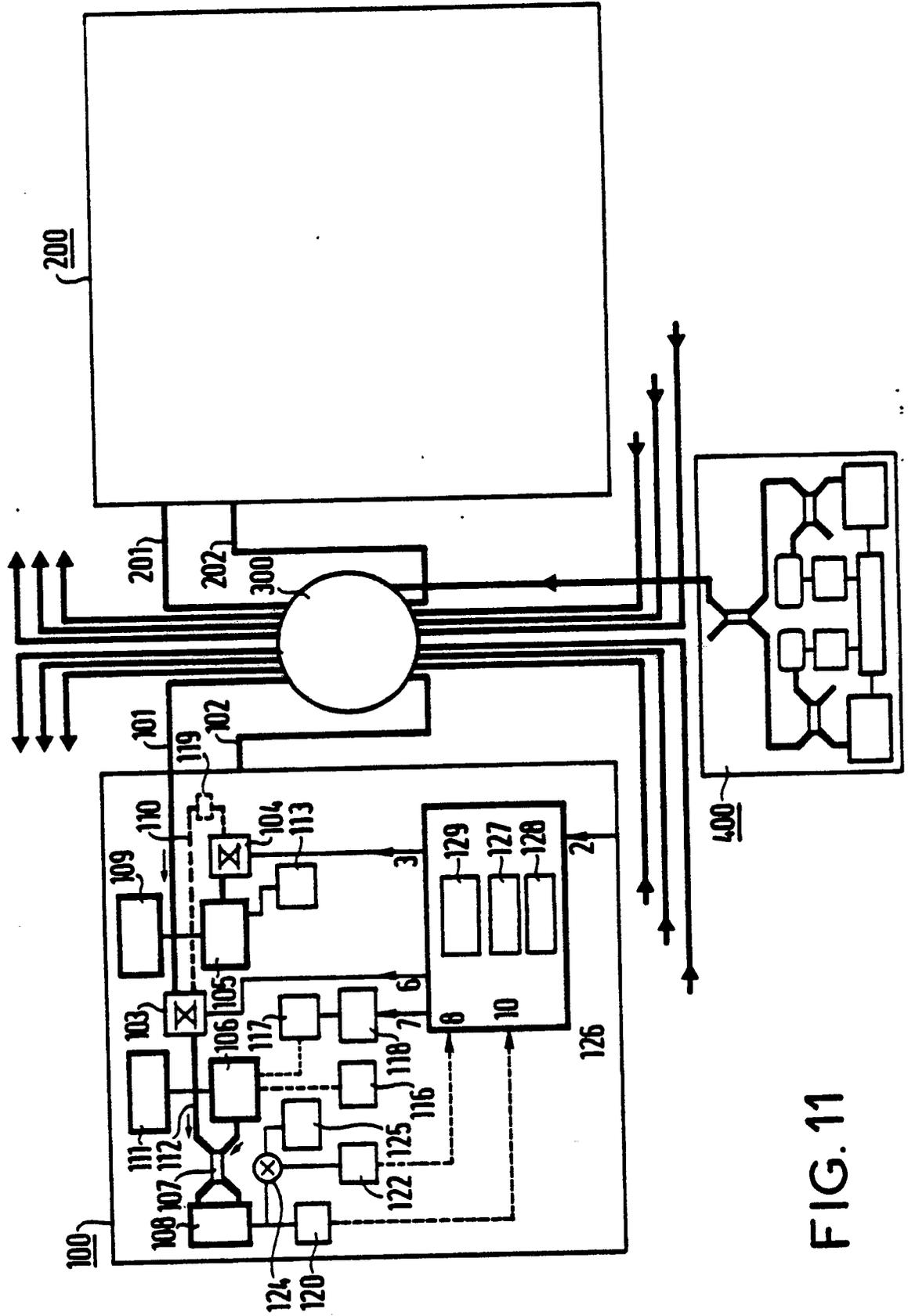


FIG. 11

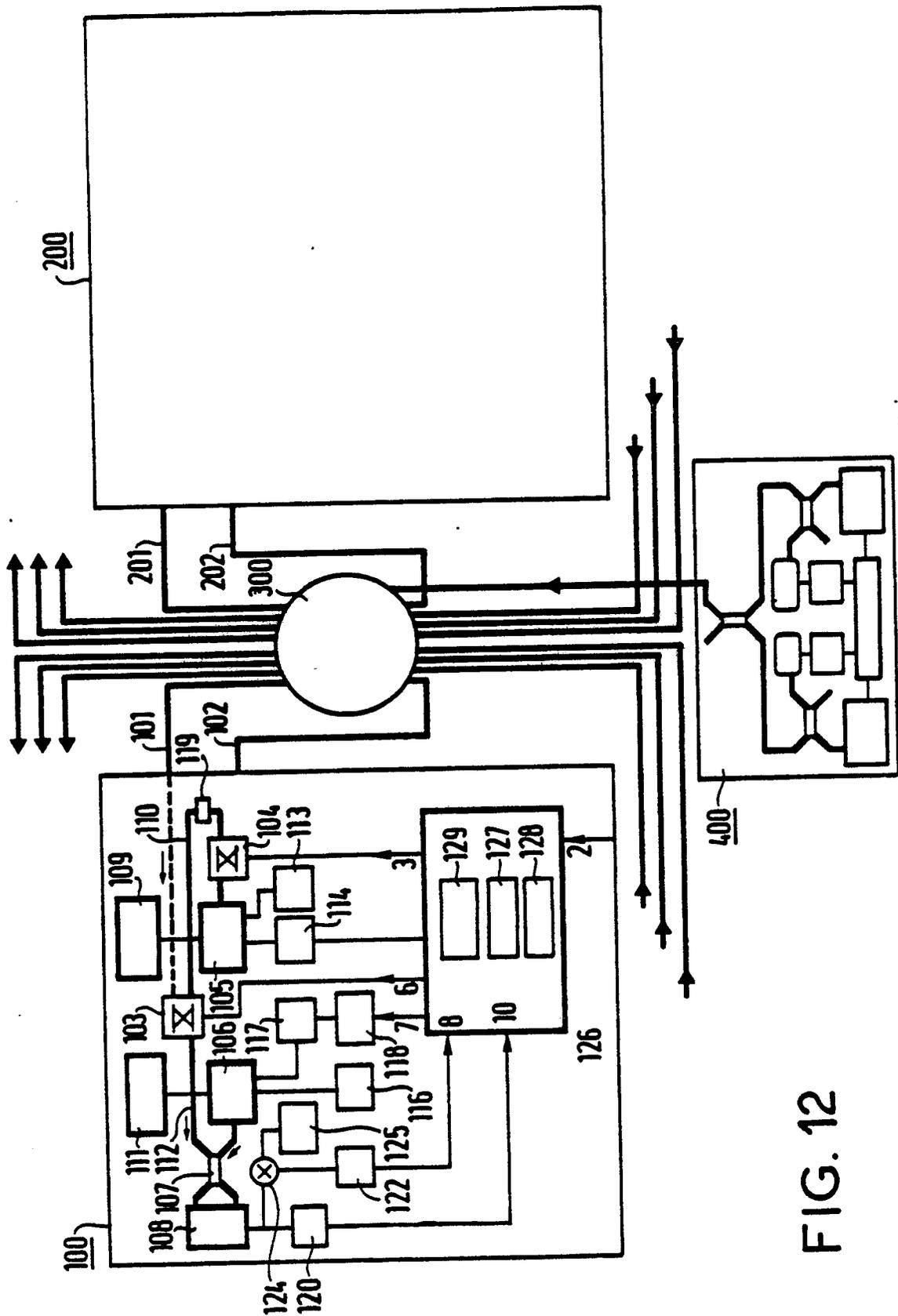


FIG. 12

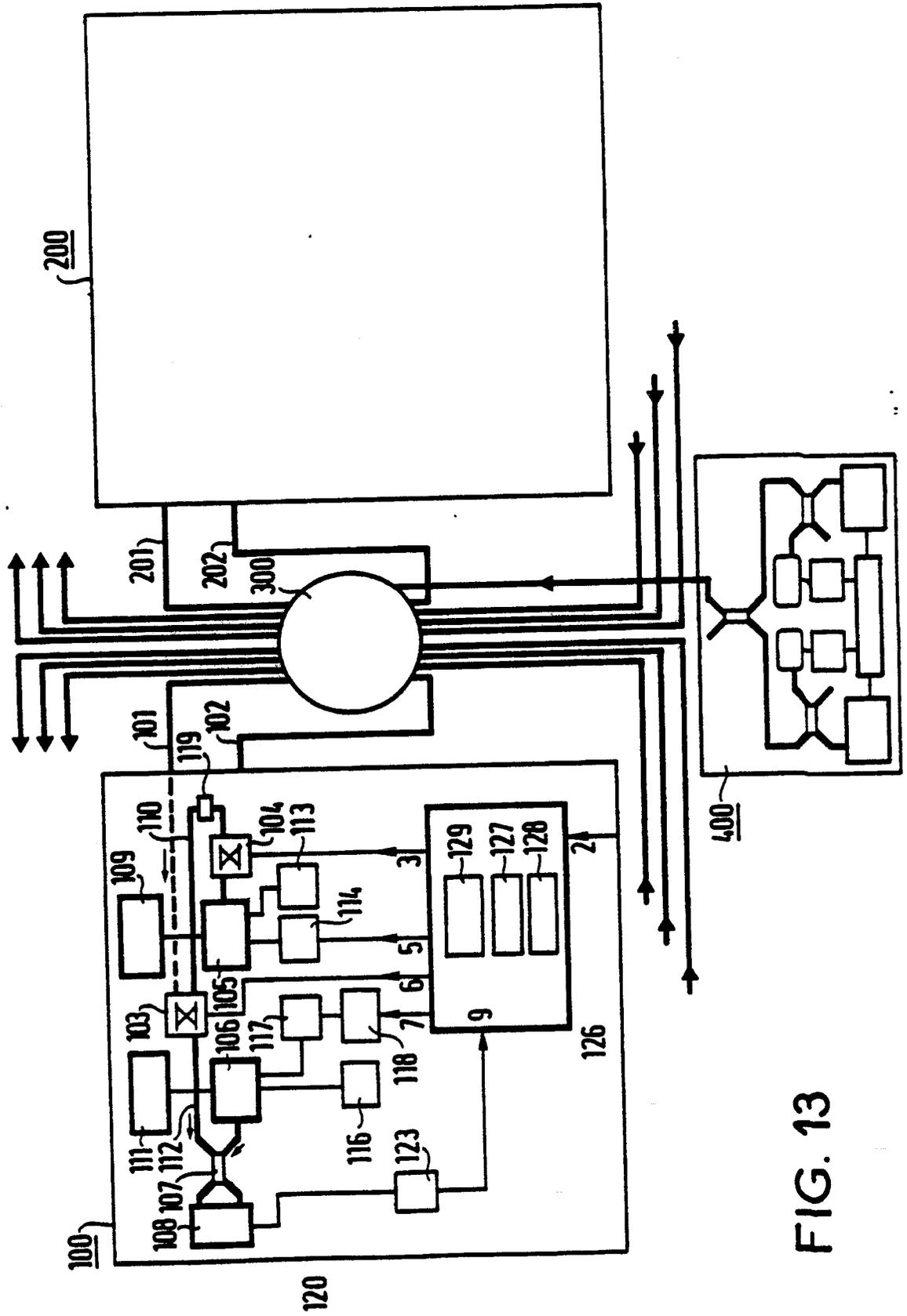


FIG. 13

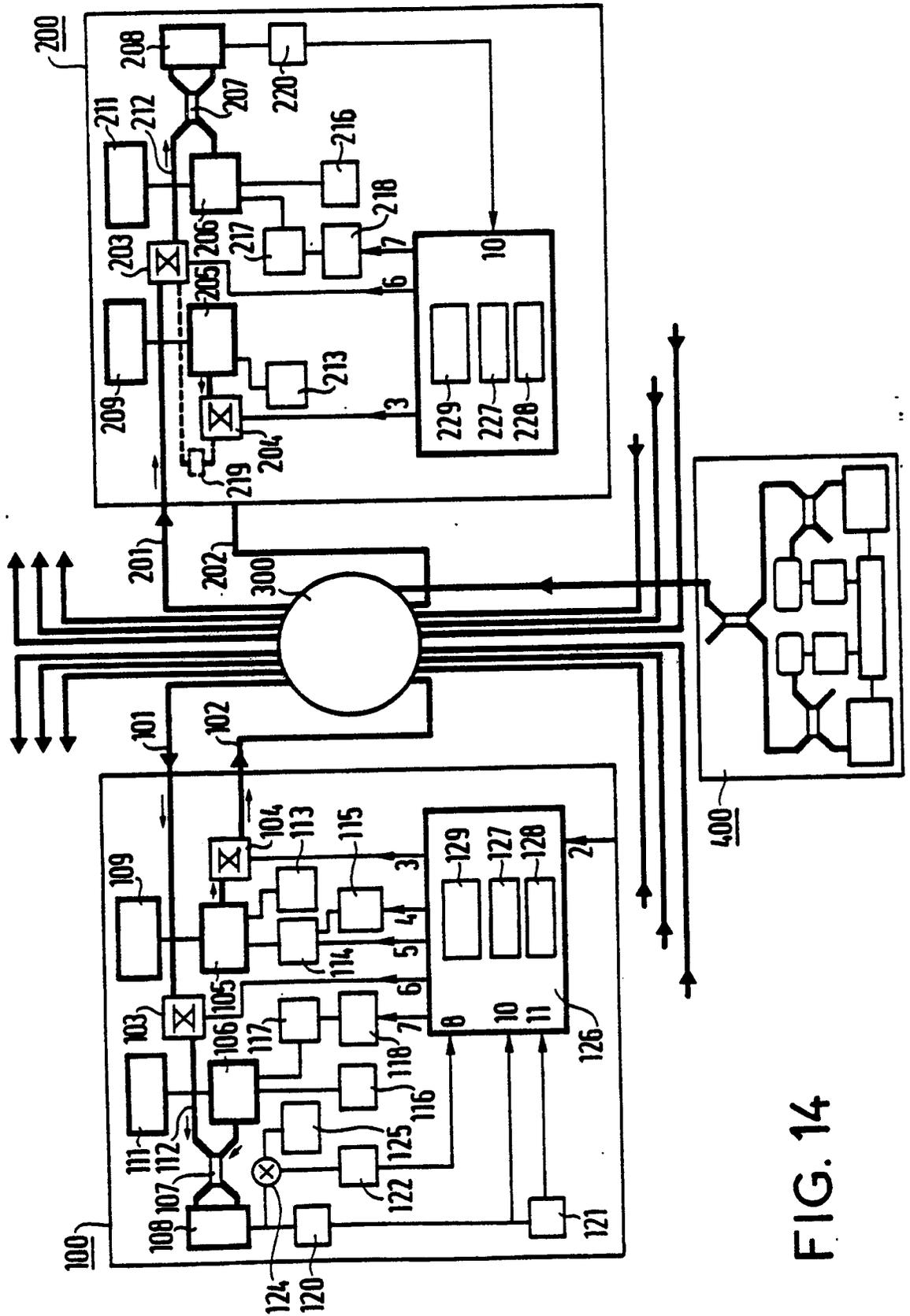


FIG. 14

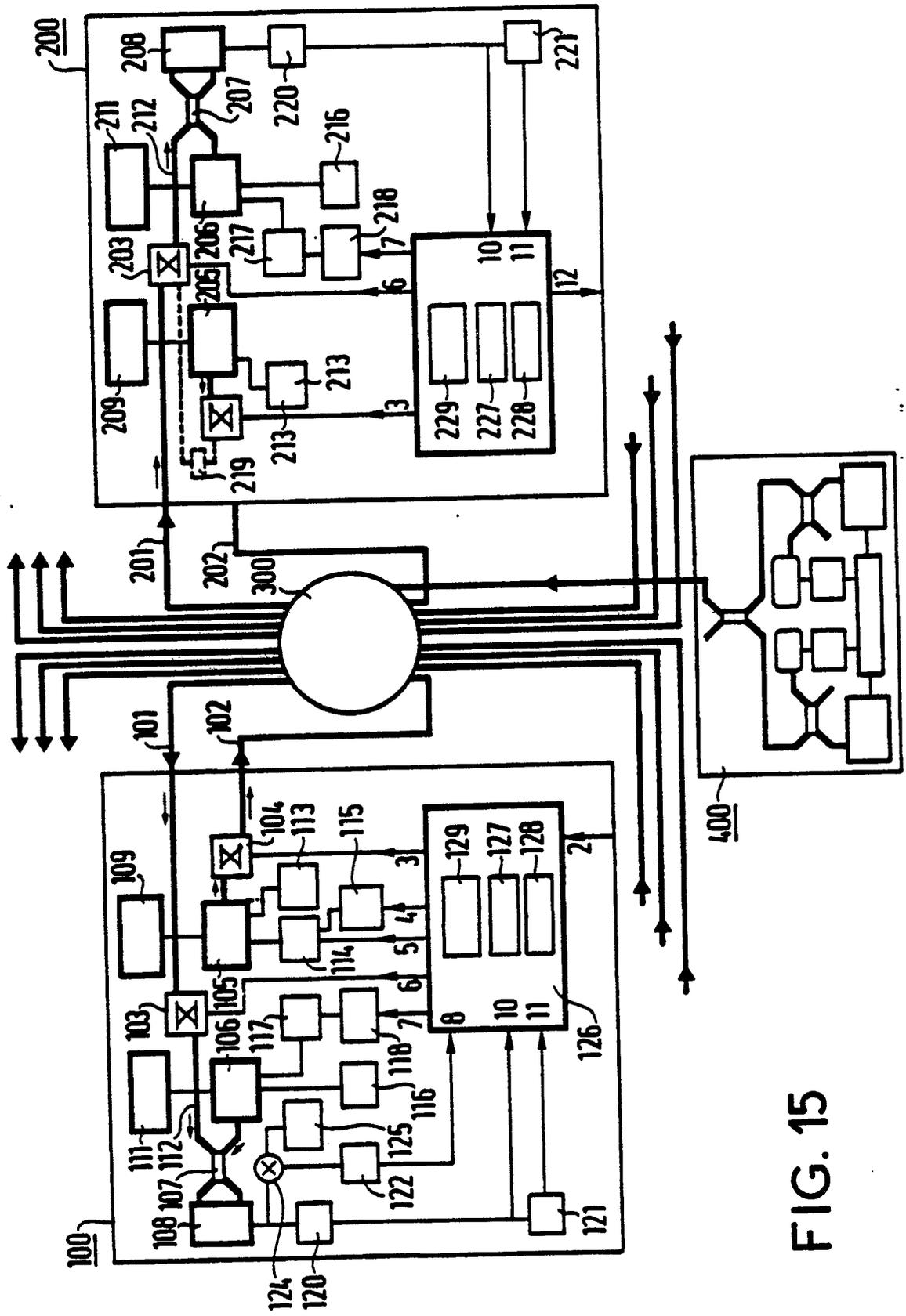


FIG. 15

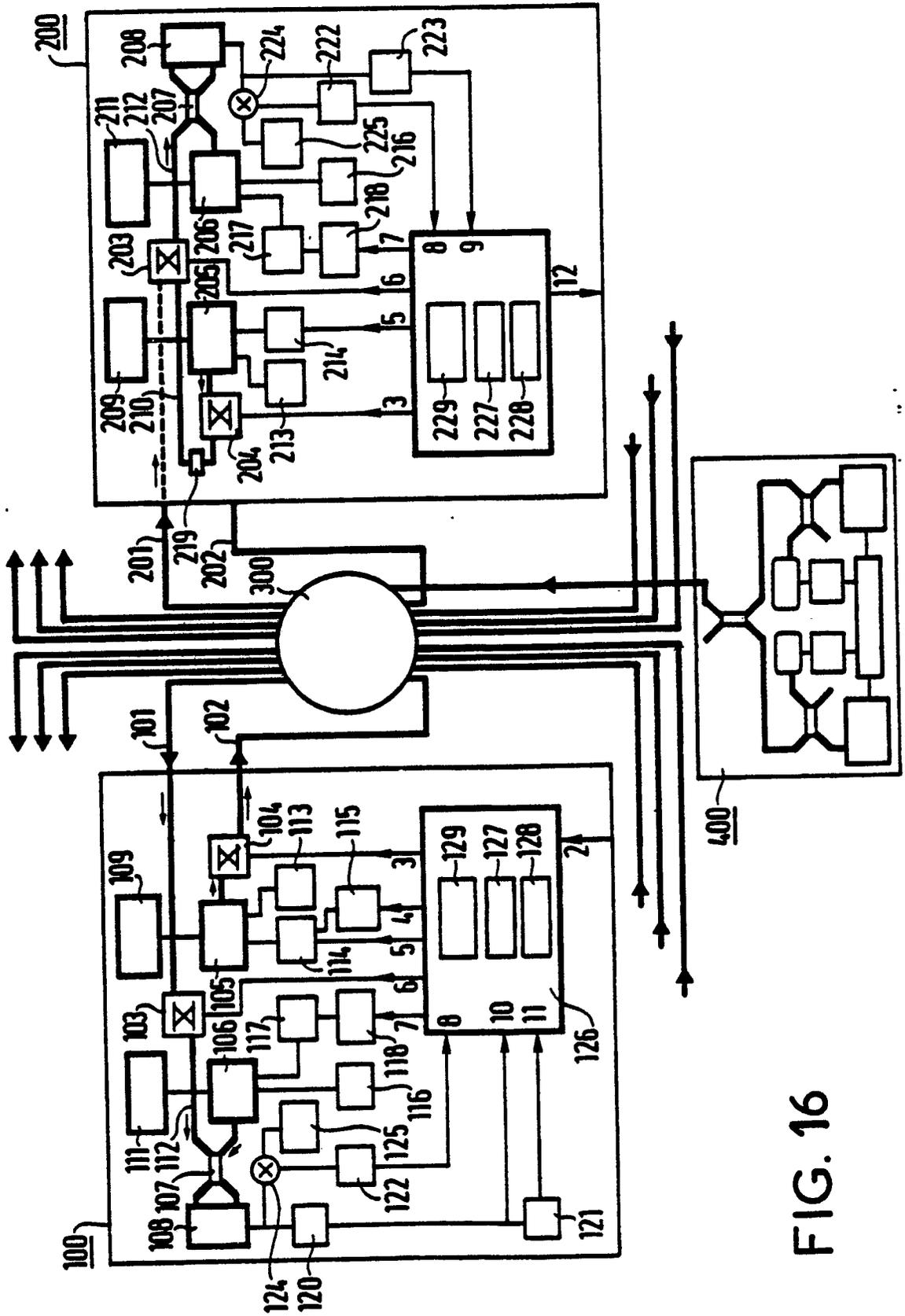


FIG. 16

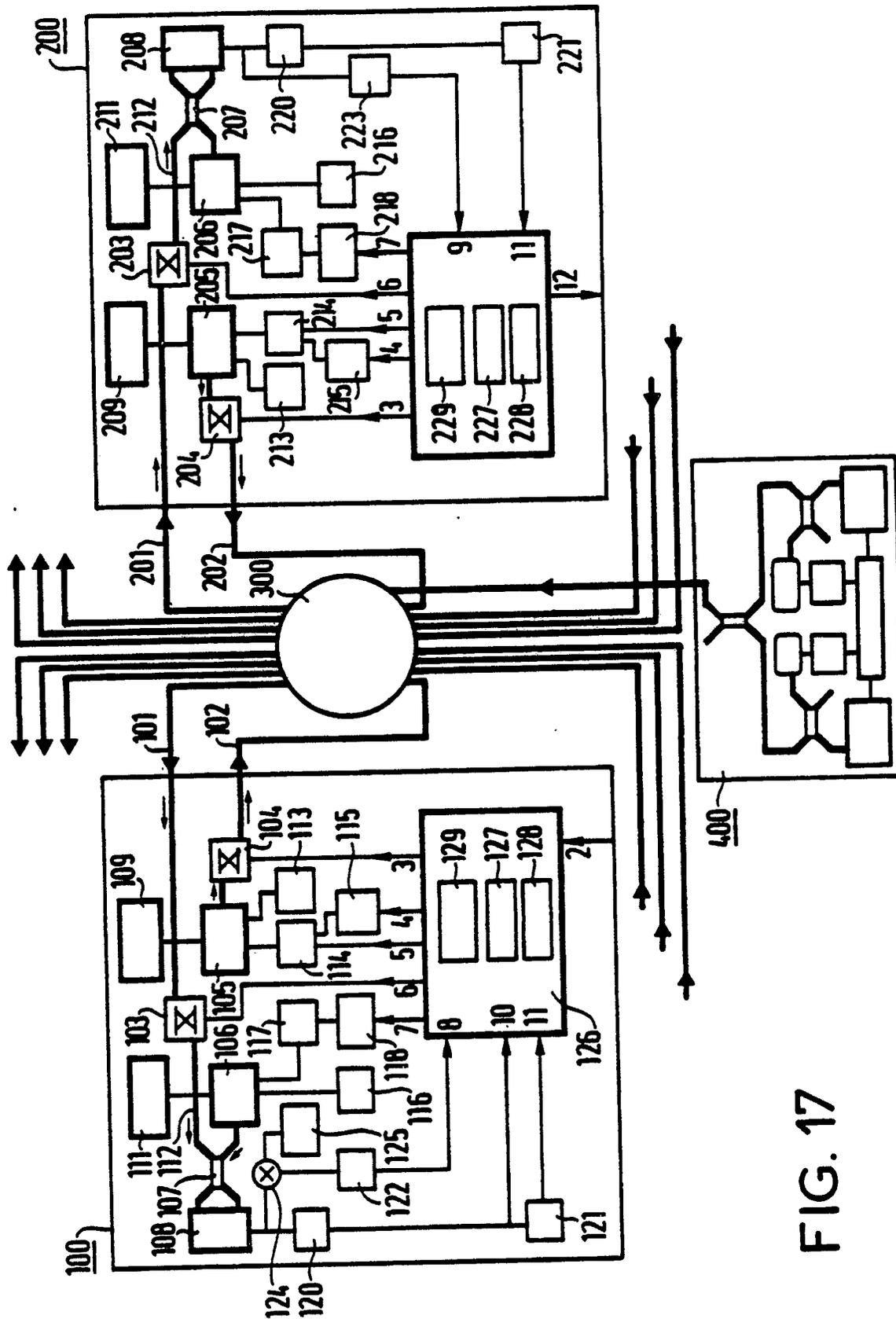
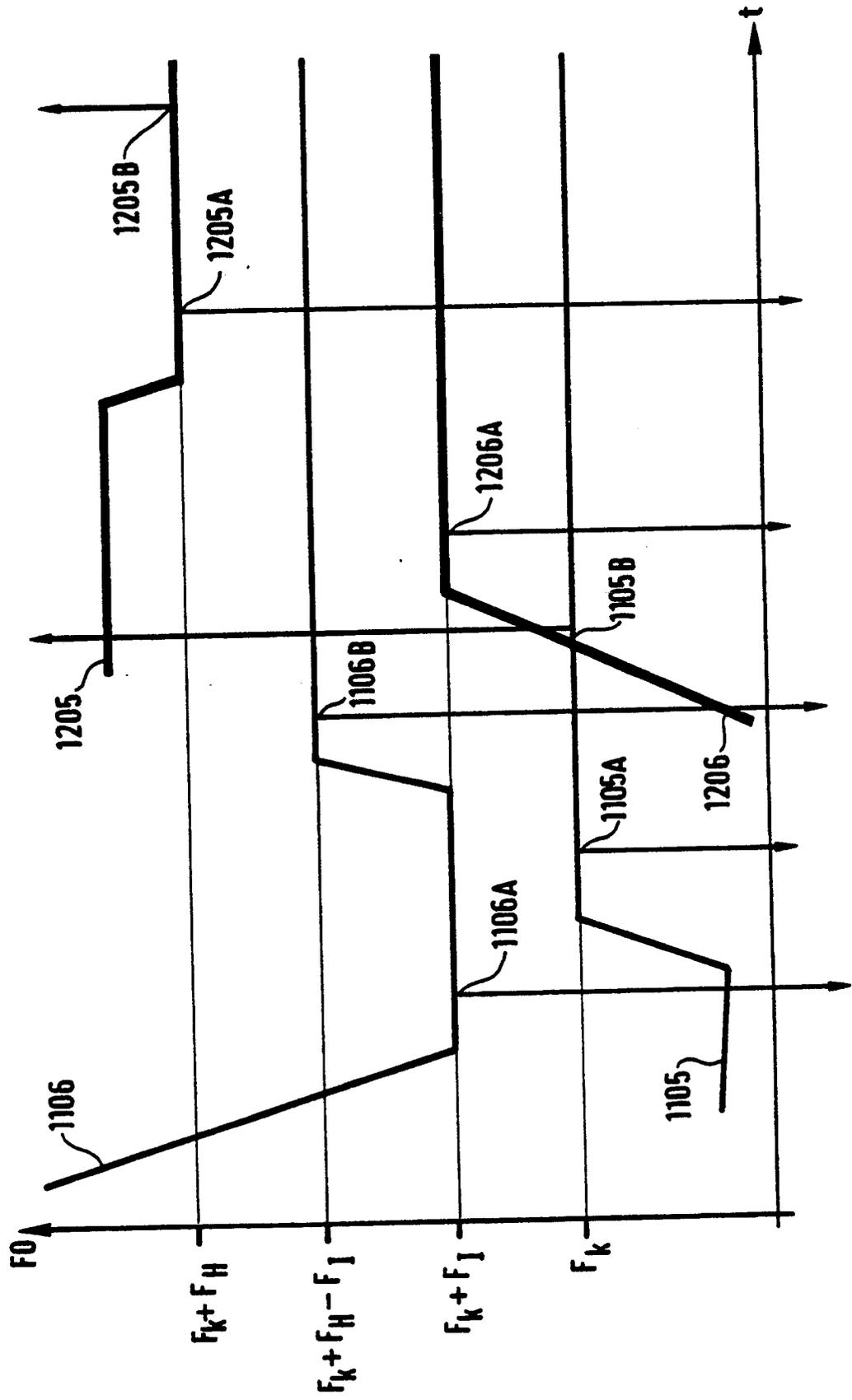


FIG. 17

FIG. 18





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
D,A	EP-A-0 077 292 (HEINRICH-HERTZ-INSTITUT) * Page 5, lignes 10-17; page 7, ligne 26 - page 8, ligne 14; page 10, ligne 30 - page 12, ligne 12; page 13, lignes 14-23; page 14, ligne 13 - page 15, ligne 12 *	1-8	H 04 J 14/02 H 04 Q 11/00
A	--- PROCEEDINGS OF THE EUROPEAN CONFERENCE ON OPTICAL COMMUNICATIONS - ECOC'87, Helsinki, 13-17 septembre 1987, vol. 1, pages 317-330, CPEF, Helsinki, NO; Ch. CASPAR et al.: "Automatic switching system in optical heterodyne technique" * Page 318, lignes 10-15; page 318, ligne 32 - page 319, ligne 13 *	1-3,9,10	
A	--- EP-A-0 298 598 (A.T. & T.) * Page 6, colonne 9, lignes 2-13; colonne 14, lignes 31-50; colonne 14, ligne 55 - colonne 16, ligne 35 *	1-10	
A	--- EP-A-0 281 306 (A.T. & T.) * Colonne 4, ligne 13 - colonne 6, ligne 51; colonne 7, lignes 13-35 *	1	H 04 J H 04 B H 04 Q
A	--- ELECTRONICS LETTERS, vol. 22, no. 19, septembre 1986, pages 1002-1003, Stevenage, Herts, GB; E.-J. BACHUS et al.: "Ten-channel coherent optical fibre transmission" * Page 1003, colonne de gauche, lignes 4-20 *	1-3,9,10	

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lien de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 14-05-1990	Examinateur VAN DEN BERG, J.G.J.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	